

CLIPPEDIMAGE= JP411078839A
PAT-NO: JP411078839A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11078839 A
TITLE: BRAKE DEVICE FOR VEHICLE

PUBN-DATE: March 23, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

FUKAZAWA, TSUKASA
SAKAI, AKIRA
ASADA, HIROKI
SAKAMOTO, JUNICHI
URABABA, SHINGO
SUZUKI, YOSHINORI
SAKAI, TOSHIYUKI
ENOMOTO, NAOYASU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOYOTA MOTOR CORP
AISIN SEIKI CO LTD

COUNTRY

N/A
N/A

APPL-NO: JP09250546

APPL-DATE: September 16, 1997

INT-CL_(IPC): B60T008/58

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To inhibit a deficit in total braking torque of the driving wheel in antilock control under the condition that regenerative braking torque is zero, in a brake device for vehicle including a regenerative brake device and a friction brake device.

SOLUTION: This device is constituted so that regenerative braking torque of a front wheel is set to zero (S9) when antilock control start condition is filled in the time of shift to the front wheel, and hydraulic braking torque is controlled so as to be larger (S12,19), as a tendency, than that in the time of regular antilock control. Consequently, a deficit in total braking torque of the driving wheel can be inhibited even though the regenerative

braking torque

is lessened to zero. The total braking torque can be properly controlled so

that a braking slip condition of the driving wheel can be kept in nearly proper

condition, if the friction braking torque is controlled large, because the

regenerative braking torque is zero.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-78839

(43)公開日 平成11年(1999)3月23日

(51) Int Cl.⁶

識別記号

FI

B 6 0 T 8/58

B 6 0 T 8/58

Z

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 27 頁)

(21)出願番号 特願平9-250546

(22) 出題日 平成9年(1997)9月16日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71)出票人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72)発明者 深沢 司

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 酒井 明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 神戸 典和 (外 3 名)

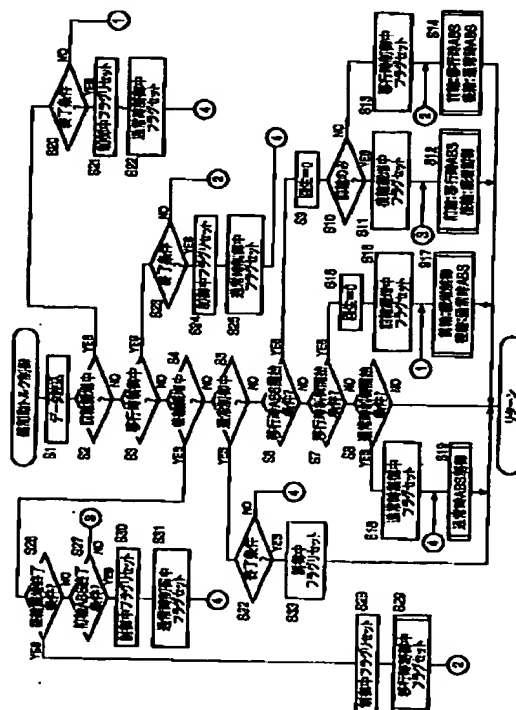
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用制動装置

(57) 【要約】

【課題】回生制動装置と摩擦制動装置とを含む車両用制動装置において、回生制動トルクを0にして行われるアンチロック制御において、駆動輪の総制動トルクの不足を抑制する。

【解決手段】前輪に移行時アンチロック制御開始条件が満たされた場合には、前輪の回生制動トルクが0にされ（S9）、液圧制動トルクが、通常時アンチロック制御における場合より、傾向として大きくなるように制御される（S12、19）。その結果、回生制動トルクが0にされても、駆動輪の総制動トルクの不足を抑制することができる。また、回生制動トルクが0にされるため、摩擦制動トルクが大きめに制御されれば、総制動トルクを、駆動輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように良好に制御することができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の車輪の各々と共に回転する回転体に摩擦部材を摩擦係合させて、各車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置と、

前記複数の車輪のうちの少なくとも1つの駆動輪に接続された少なくとも1つの電動モータの回生制動により、その少なくとも1つの駆動輪に回生制動トルクを付与する回生制動装置と、

前記複数の車輪の各々に加わる前記回生制動トルクと前記摩擦制動トルクとの少なくとも一方を含む総制動トルクの少なくとも1つが、路面の摩擦係数に対して大きくなった場合に、前記回生制動トルクを0にするとともに、その0にすることの影響を軽減しつつ前記摩擦制動トルクを制御する総制動トルク制御手段とを含むことを特徴とする車両用制動装置。

【請求項2】 複数の車輪の各々と共に回転する回転体に摩擦部材を摩擦係合させて、各車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置と、

前記複数の車輪のうちの少なくとも1つの駆動輪に接続された少なくとも1つの電動モータの回生制動により、その少なくとも1つの駆動輪に回生制動トルクを付与する回生制動装置と、

前記複数の車輪の各々に加わる、摩擦制動トルクと回生制動トルクとの少なくとも一方を含む総制動トルクを制御する総制動トルク制御手段とを含む車両用制動装置であって、

前記総制動トルク制御手段が、

前記駆動輪の各々に加わる回生制動トルクと、前記複数の車輪の各々に加わる摩擦制動トルクとのいずれか一方がすべて0の状態において、前記複数の車輪のうちの少なくとも1つの車輪に加わる総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった場合に、その車輪の総制動トルクを、その車輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御する一方制動トルク付与時アンチロック制御手段と、

前記駆動輪の各々に加わる回生制動トルクと、前記複数の車輪の各々に加わる摩擦制動トルクとのいずれかが0でない状態において、前記複数の車輪のうちの少なくとも1輪に加わる総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった場合に、それら複数の車輪の総制動トルクを制御する両制動トルク付与時総制動トルク制御手段であって、①前記回生制動トルクを0にする回生制動トルク減少手段と、② (a)前記総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった制動トルク過大車輪のうちの駆動輪の摩擦制動トルクを、前記一方制動トルク付与時アンチロック制御手段によって制御される場合より、傾向として大きくなるようにしつつ、その駆動輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御する両制動トルク付与時アンチロック制御手段と、 (b)前記複数の車輪から前記制動トルク過大車輪を除いた車輪のうち

2

の少なくとも1つの車輪の摩擦制動トルクの増加勾配を抑制する非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制手段との少なくとも一方とを含むものとを含むことを特徴とする車両用制動装置。

【請求項3】 複数の車輪の各々と共に回転する回転体に摩擦部材を摩擦係合させて、各車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置と、

前記複数の車輪のうちの少なくとも1つの車輪に加わる摩擦制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった場合に、その摩擦制動トルクを、その少なくとも1つの車輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御するアンチロック制御手段とを含む車両用制動装置に、

前記複数の車輪のうちの少なくとも1つの駆動輪に接続された少なくとも1つの電動モータの回生制動により、その少なくとも1つの駆動輪に回生制動トルクを付与する回生制動装置と、

前記駆動輪の各々に加わる回生制動トルクと、前記複数の車輪の各々に加わる摩擦制動トルクとのいずれかが0でない状態において、前記複数の車輪のうちの少なくとも1輪に加わる総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった場合に、それら複数の車輪の総制動トルクを制御する両制動トルク付与時総制動トルク制御手段であって、①前記回生制動トルクを0にする回生制動トルク減少手段と、② (a)前記総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった制動トルク過大車輪のうちの駆動輪の摩擦制動トルクを、前記アンチロック制御手段によって制御される場合より、傾向として大きくなるようにしつつ、その駆動輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御する両制動トルク付与時アンチロック制御手段と、 (b)前記複数の車輪から前記制動トルク過大車輪を除いた車輪のうちの少なくとも1つの車輪の摩擦制動トルクの増加勾配を抑制する非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制手段との少なくとも一方とを含むものが設けられたことを特徴とする車両用制動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、摩擦制動装置と回生制動装置との両方を含む車両用制動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種の車両用制動装置は、例えば、特開平6-171489号公報に記載されている。摩擦制動装置は、複数の車輪の各々と共に回転する回転体に摩擦部材を摩擦係合させて、各車輪に摩擦制動トルクを加えるものであり、回生制動装置は、複数の車輪のうちの少なくとも1つの駆動輪に接続された少なくとも1つの電動モータの回生制動により、その少なくとも1つの駆動輪に回生制動トルクを付与するものである。これら摩

10

20

30

40

50

摩擦制動装置と回生制動装置との両方を含む車両用制動装置において、制動時には、複数の車輪の各々に摩擦制動トルクと回生制動トルクとの少なくとも一方を含む総制動トルクが加えられる。これら複数の車輪のうちの少なくとも1輪の総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなるとアンチロック制御が行われるが、その際、回生制動トルクが0とされて、摩擦制動トルクが制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御される。しかし、上記公報に記載の車両用制動装置においては、アンチロック制御が行われる際、回生制動トルクが0とされるため、駆動輪にアンチロック制御が行われると、駆動輪に加わる総制動トルクが不足する等の影響が生じる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題、解決手段、作用および効果】そこで、本発明の課題は、摩擦制動装置と回生制動装置とを含む車両用制動装置において、回生制動トルクを0にして、摩擦制動トルクを制御することによりアンチロック制御が行われる場合に、回生制動トルクが0とされることによる影響を軽減することである。上記課題は、車両用制動装置を下記各態様の構成とすることによって解決される。なお、各態様はそれぞれ項に分け、項番号を付し、必要に応じて他の項の番号を引用して請求項と同じ形式で記載する。各項に記載の特徴を組み合わせることで採用することの可能性を明示するためである。

(1) 複数の車輪の各々と共に回転する回転体に摩擦部材を摩擦係合させて、各車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置と、前記複数の車輪のうちの少なくとも1つの駆動輪に接続された少なくとも1つの電動モータの回生制動により、その少なくとも1つの駆動輪に回生制動トルクを付与する回生制動装置と、前記複数の車輪の各々に加わる前記回生制動トルクと前記摩擦制動トルクとの少なくとも一方を含む総制動トルクの少なくとも1つが、路面の摩擦係数に対して大きくなった場合に、前記回生制動トルクを0にするとともに、その0にすることの影響を軽減しつつ前記摩擦制動トルクを制御する総制動トルク制御手段とを含む車両用制動装置（請求項1）。本項に記載の車両用制動装置においては、複数の車輪のうちの少なくとも1つの車輪の総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなると、回生制動トルクが0とされるとともに、そのことによる影響が軽減されるように摩擦制動トルクが制御される。回生制動トルクを0にすることの影響としては、例えば、駆動輪にアンチロック制御が行われる場合に駆動輪の総制動トルクが不足することや、アンチロック制御が行われない車輪（非制御対象輪）の摩擦制動トルクが急増させられることがあり、このような影響が軽減されるのである。駆動輪の総制動トルクの不足は、例えば、アンチロック制御時における摩擦制動トルクの減少量を、回生制動装置を含まない車両用制動装置において行われるアンチロック制

御、あるいは、すべての車輪についての回生制動トルクが0の場合に行われるアンチロック制御（これらを総称して、通常時アンチロック制御と称する。）における場合より小さくしたり、摩擦制動トルクの増加勾配を大きくしたりすることによって、少なくすることができる。回生制動トルクが0とされることによって駆動輪の総制動トルクが減少させられるため、駆動輪の制動スリップ状態をほぼ適性状態に保つためには、摩擦制動トルクを通常時アンチロック制御を行う場合より大きめに制御することが望ましい。この場合には、駆動輪についてのアンチロック制御時に摩擦制動トルクが大きめに制御されるため、総制動トルク制御手段には、制動トルク減少抑制型アンチロック制御手段、あるいは駆動輪用アンチロック制御手段が含まれると考えることができる。また、前記摩擦制動装置が、(a) 複数の車輪の摩擦制動トルクを共通に制御可能な共通制御装置と、(b) 複数の車輪の各々に加わる摩擦制動トルクをそれぞれ独立に制御可能な独立制御装置とを含み、前記総制動トルク制御手段が、(c) 前記共通制御装置を、前記摩擦制動トルクと回生制動トルクとの和が運転者の意図する所要制動トルクに近づくように制御する回生制動協調制御手段と、(d) 前記独立制御装置を、それに対応する車輪の摩擦制動トルクを、その車輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御するアンチロック制御手段とを含む場合においては、複数の車輪のうちの少なくとも1つの車輪の総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなって回生制動トルクが0にされれば、複数の車輪すべての摩擦制動トルクが増大させられるとともに、制動トルク過大車輪の摩擦制動トルクがアンチロック制御手段により制御される。したがって、アンチロック制御が行われない非制御対象輪の総制動トルクが急増させられることになる。非制御対象輪が非駆動輪の場合には、非駆動輪にはそれまでも回生制動トルクが加えられていなかったにもかかわらず、駆動輪に加えられていた回生制動トルク分だけ共通制御装置および回生制動協調制御手段により摩擦制動トルクが急増させられるため、総制動トルクも急増させられることとなる。その結果、車両の走行安定性が低下させられたり、非制御対象輪に対してもアンチロック制御が早期に開始されたりする。それに対し、非制御対象輪の摩擦制動トルクの増加勾配を独立制御装置の制御により抑制すれば、回生制動トルクを0にすることに起因して非制御対象輪の総制動トルクが急増させられることを回避し得る。この場合、非制御対象輪の摩擦制動トルク（ないし総制動トルク）は非制御対象輪摩擦制動トルク緩増手段（ないし非制御対象輪総制動トルク緩増手段）によって緩やかに増加させられると考えることができ、非制御対象輪に対応する独立制御装置がこの非制御対象輪摩擦制動トルク緩増手段（ないし非制御対象輪総制動トルク緩増手段）によって制御されることになる。独立制御装置は、摩擦制動トルク増加勾配

5

抑制手段によって制御されると考えることもできる。また、非制御対象輪が駆動輪の場合には、加えられていた回生制動トルクが0にされることによって減少させられる制動トルク分だけ摩擦制動トルクが増大させられることになるため、回生制動トルクを0にしても総制動トルクの大きさは殆ど変わらないはずであるが、実際には摩擦制動トルクが増大が回生制動トルクの減少に比較して急激に起こるために総制動力が一時的に急増させられることがあるのである。ここで、制動トルク過大車輪は駆動輪であっても非駆動輪であってもよく、いずれの場合にも回生制動トルクを0としてもよいが、制動トルク過大車輪が駆動輪の場合には0にし、非駆動輪の場合には0にしないようにしてもよい。

(2) 前記総制動トルク制御手段が、①前記総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった制動トルク過大車輪のうちの駆動輪の摩擦制動トルクを、回生制動トルクを0にすることに起因する総制動トルクの低下を抑制しつつ、その駆動輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御する両制動トルク付与時アンチロック制御手段と、②前記複数の車輪から前記制動トルク過大車輪を除いた車輪のうちの少なくとも1つの車輪の摩擦制動トルクの増加勾配を抑制する非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制手段との少なくとも一方を含む両制動トルク付与時総制動トルク制御手段を含む(1)項に記載の車両用制動装置。総制動トルク制御手段が両制動トルク付与時アンチロック制御手段を含む場合には、制動トルク過大車輪のうちの駆動輪の摩擦制動トルクが、総制動トルクの低下を抑制しつつ、その駆動輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御される。また、総制動トルク制御手段が非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制手段を含む場合には、回生制動トルクが0にされる際、非制御対象輪の摩擦制動トルクは増加させられるが、その増加勾配が抑制される。

(3) 複数の車輪の各々と共に回転する回転体に摩擦部材を摩擦係合させて、各車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置と、前記複数の車輪のうちの少なくとも1つの駆動輪に接続された少なくとも1つの電動モータの回生制動により、その少なくとも1つの駆動輪に回生制動トルクを付与する回生制動装置と、前記複数の車輪の各々に加わる、摩擦制動トルクと回生制動トルクとの少なくとも一方を含む総制動トルクを制御する総制動トルク制御手段とを含む車両用制動装置であって、前記総制動トルク制御手段が、前記駆動輪の各々に加わる回生制動トルクと、前記複数の車輪の各々に加わる摩擦制動トルクとのいずれか一方がすべて0の状態において、前記複数の車輪のうちの少なくとも1つの車輪に加わる総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった場合に、その車輪の総制動トルクを、その車輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御する一方制動トルク付与時アンチロック制御手段と、前記駆動輪の

6

各々に加わる回生制動トルクと、前記複数の車輪の各々に加わる摩擦制動トルクとのいずれもが0でない状態において、前記複数の車輪のうちの少なくとも1輪に加わる総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった場合に、それら複数の車輪の総制動トルクを制御する両制動トルク付与時総制動トルク制御手段であって、①前記回生制動トルクを0にする回生制動トルク減少手段と、② (a) 前記総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった制動トルク過大車輪のうちの駆動輪の摩擦制動トルクを、前記一方制動トルク付与時アンチロック制御手段によって制御される場合より、傾向として大きくなるようにしつつ、その駆動輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御する両制動トルク付与時アンチロック制御手段と、(b) 前記複数の車輪から前記制動トルク過大車輪を除いた車輪のうちの少なくとも1つの車輪の摩擦制動トルクの増加勾配を抑制する非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制手段との少なくとも一方を含むものを含む車両用制動装置(請求項2)。回生制動トルクと摩擦制動トルクとのいずれか一方が0の状態において、複数の車輪のうちの少なくとも1輪の総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった場合には、その制御対象輪の0ではない方の制動トルク(ひいては総制動トルク)が一方制動トルク付与時アンチロック制御手段によって制御される。それに対して、回生制動トルクと摩擦制動トルクとのいずれもが0でない状態において、複数の車輪のうちの少なくとも1輪の総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった場合には、回生制動トルク減少手段によって回生制動トルクが0にされるとともに、両制動トルク付与時総制動トルク制御手段によって、複数の車輪のうちの少なくとも1輪の総制動トルクが制御される。回生制動トルク減少手段は、回生制動トルクを0まで急減させるものであっても、漸減させるものであってもよい。両制動トルク付与時総制動トルク制御手段は、両制動トルク付与時アンチロック制御手段と非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制手段との両方を含むものであっても、いずれか一方を含むものであってもよい。いずれか一方が含まれていれば、回生制動トルクが0にされることによる影響が軽減される。両方が含まれる場合には、両制動トルク付与時アンチロック制御と非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制とが並行して行われるようにしても、別々の時期に行われるようにしてもよいが、並行して行われるようにすれば、回生制動トルクを0にすることによる影響を早期に軽減し得る。制動トルク過大車輪が駆動輪である場合には、摩擦制動トルクが両制動トルク付与時アンチロック制御手段によって制御される。摩擦制動トルクが、一方制動トルク付与時アンチロック制御手段による場合より、傾向として大きくなるように制御されるのであり、例えば、摩擦制動トルクの減少量が小さくされたり、増加勾配が大きくされたりする。摩擦制動ト

トルクの減少量の抑制と増加勾配の増加との両方を行う必要は必ずしもなく、いずれか一方が行われればよい。回生制動トルクが0にされるとともに、駆動輪の摩擦制動トルクが一方制動トルク付与時アンチロック制御手段によって制御されると、駆動輪の総制動トルクが不足する。それに対して、摩擦制動トルクが両制動トルク付与時アンチロック制御手段によって制御されれば、大きめに制御されるため、総制動トルクが不足することを良好に回避し得る。摩擦制動トルクの減少量は、例えば、減少制御が行われる減少制御時間全体を短くしたり、減少と保持とが交互に行われる減少制御において、減少時間の保持時間に対する比率である減少比率（減少時間の減少制御時間全体に対する比率とすることもできる）を小さくしたりすることによって、抑制することができる。減少制御から保持制御や増加制御への切換え時期を早くすれば、減少制御時間を短くすることができる。例えば、減少制御から保持制御または増加制御への切換えが、車両加速度がしきい値以上になった場合に行われる場合には、そのしきい値を小さくすればよい。また、減少比率を小さくすれば、減少勾配が小さくされる。増加勾配は、増加比率を大きくすれば、大きくすることができる。また、増加勾配の増加とともに増加量も大きくすることもできる。摩擦制動トルクの減少量や増加勾配は、0にされる直前の回生制動トルクの大きさに応じて決めることができる。一方制動トルク付与時アンチロック制御における減少量や増加勾配自体を、0にされる直前の回生制動トルクの大きさに応じて補正して決めることもできるが、その場合には、減少量や増加勾配の補正量が上述の回生制動トルクの大きさに応じて決められることになる。補正量は、両制動トルク付与時アンチロック制御手段による制御が開始されてからの経過時間に基づいて決めることもできる。経過時間が長くなれば、回生制動トルクを0にしたことによる影響が薄れるため、補正量が小さくされるようにすればよいのである。このように、制動トルク過大車輪が駆動輪である場合には、摩擦制動トルクの減少量が一方制動トルク付与時アンチロック制御における場合より小さくされたり、増加勾配が大きくされたりするため、両制動トルク付与時アンチロック制御手段には、摩擦制動トルク減少量抑制手段と摩擦制動トルク増加勾配増大手段との少なくとも一方が含まれることになる。ここで、減少量や増加勾配が一方制動トルク付与時アンチロック制御手段における減少量、増加勾配を補正して決定される場合には、摩擦制動トルク減少量補正手段、摩擦制動トルク増加勾配補正手段が含まれると考えることができ、補正量が、回生制動トルクと上述の経過時間との少なくとも一方に基づいて決められる場合には、回生制動トルク対応補正量決定手段と経過時間対応補正量決定手段との少なくとも一方が含まれることになる。それに対して、非制御対象輪の摩擦制動トルクの増加勾配は、非制御対象輪摩擦制動トル

ク増加勾配抑制手段によって制御される。摩擦制動トルクの増加勾配を、0にされる直前の回生制動トルクに基づいた大きさに制御すれば、摩擦制動トルクの変化量に基づいた勾配で増加させることができる。非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制はアンチロック制御が開始される前に行われる制御であるため、非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制手段を制御前摩擦制動トルク増加勾配抑制手段と称することもできる。

(4) 前記総制動トルク制御手段が、前記両制動トルク付与時総制動トルク制御手段から前記一方制動トルク付与時アンチロック制御手段に切り換える総制動トルク制御手段切換手段を含む(3) 項に記載の車両用制動装置。総制動トルク制御手段切換手段は、例えば、予め定められた設定条件が満たされた場合に、両制動トルク付与時総制動トルク制御手段から一方制動トルク付与時アンチロック制御手段に切り換えるものとしてすることができる。両制動トルク付与時総制動トルク制御手段には、前述のように、両制動トルク付与時アンチロック制御手段と非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制手段との少なくとも一方が含まれるため、これらの終了条件のうちの少なくとも一方が満たされた場合に、一方制動トルク付与時アンチロック制御手段による制御に切り換えられるようにすることができるが、上記終了条件とは別の条件が満たされた場合に切り換えられるようにすることもできる。上記設定条件は、回生制動トルクが0にされたことの影響が軽減されたこととすることができる。例えば、(A) 回生制動トルクが0にされたことに起因した制御対象駆動輪の総制動トルクの不足が少なくなったこと、および、(B) 非制御対象輪の摩擦制動トルクが十分に増加させられたことのいずれか1つの条件が満たされれば、影響が軽減されたと推定することができる。また、設定条件を、(C) 回生制動トルクのアンチロック制御への影響が少なくなったこととすることもできる。(A) の条件は、例えば、両制動トルク付与時アンチロック制御手段による摩擦制動トルクの減少制御と増加制御との少なくとも一方が予め定められた回数だけ行われた場合に満たされたとすることができる。両制動トルク付与時アンチロック制御手段によって摩擦制動トルクの減少量の抑制と増加勾配の増大との少なくとも一方が設定回数行われた場合に、総制動トルクの不足を補い得るようにしておけば、設定条件を(A) とすることができるのである。(B) の条件は、例えば、駆動輪の摩擦制動トルクが、0にされた回生制動トルク分だけ増加させられた場合に満たされたとすることができる。摩擦制動トルクが回生制動トルクが0にされる前の総制動トルクとほぼ同じ大きさになった後は、その駆動輪について両制動トルク付与時アンチロック制御が行われる必要はないからである。(C) の条件は、例えば、回生制動トルクが0になってから設定時間以上経過した場合に満たされたとすることができる。設定時間以上経過した後に、アンチロック制御

開始条件が満たされたり、アンチロック制御における減少モードが設定されたりするのは、摩擦制動トルクに起因するとみなすことができ、両制動トルク付与時アンチロック制御を行う必要がないと考えることができるのである。換言すれば、設定時間は、回生制動トルクの影響がなくなったと考えるのに十分な時間に設定されるべきものである。ここで、電動モータの回転数等に基づいて求められた実回生制動トルクを表す情報が設定値以下になった場合には、回生制動トルクが現実的に0になったとすることが望ましい。実回生制動トルクが0であっても、ノイズ等の影響により実回生制動トルクを表す情報が0以上の値になる場合があるからである。また、回生制動装置から総制動トルク制御手段に、実回生制動トルクが設定値より大きい場合と、設定値以下の場合とで異なる情報(H信号およびL信号)が供給されるようにすることができ、この場合には、L信号が供給された場合に、実回生制動トルクが現実的に0、あるいは、アンチロック制御に影響がないほど小さいとみなすことができる。このように、両制動トルク付与時総制動トルク制御は、回生制動トルクが加えられている状態から、回生制動トルクが0にされ、その影響が十分小さくなった状態への移行時、または、両制動トルク付与状態から一方制動トルク付与状態への移行時に行われると考えることができるため、両制動トルク付与時総制動トルク制御手段を、移行時総制動トルク制御手段と称することができる。移行時総制動トルク制御手段には、移行時アンチロック制御手段と移行時摩擦制動トルク増加勾配抑制手段との少なくとも一方が含まれることになる。

(5) 前記総制動トルク制御手段が、車輪速度にハンチングが生じたと推定された場合に、前記総制動トルクの変化を抑制するハンチング抑制手段を含む(1)項ないし(4)項のいずれか1つに記載の車両用制動装置。両制動トルク付与時アンチロック制御が開始されると、回生制動トルクが0にされるとともに、摩擦制動トルクが減少させられるため、摩擦制動トルクの減少量が抑制されない場合は総制動トルクの減少量が大きくなり、抑制される場合でもかなり大きくなる。次に、摩擦制動トルクを増加させる増加制御が行われるが、この増加制御において、摩擦制動トルクの増加勾配が大きくされれば、総制動トルクの増加勾配と増加量との少なくとも一方が大きくなる。以上によって、一回の減少制御および増加制御における総制動トルクの変化量と変化速度との少なくとも一方が大きくなり、車輪速度に、ハンチングが生じやすくなる。ハンチングは減少制御および増加制御が終了する以前に生じる場合もある。ハンチングが生じたと推定された場合に、摩擦制動トルクの減少量、減少勾配、増加量、増加勾配のうちの少なくとも1つを小さくすれば、総制動トルクの変化量や変化速度を小さくし、ハンチングを抑制することができる。車輪速度にハンチングが生じたか否かは、両制動トルク付与時アンチロック制

御中に推定しても、終了した後に推定してもよく、ハンチング抑制制御は、両制動トルク付与時アンチロック制御中に行われても、終了後の、例えば、一方制動トルク付与時アンチロック制御中に行われてもよい。前者の制御途中に行われる場合には、ハンチングは、例えば、車輪加速度の変化量が設定量以上であることが複数回連続して検出された場合に、生じたと推定することができる。そして、例えば、両制動トルク付与時アンチロック制御中における摩擦制動トルクの減少量と増加勾配との少なくとも一方を小さくすれば、総制動トルクの変化量と変化速度との少なくとも一方を小さくすることができる。また、後者のハンチングの推定が制御終了後に行われる場合には、制御状態に基づいて推定することができる。例えば、減少制御と増加制御とが1回ずつ行われ、かつ、パルス増モードが選択された場合において、発せられたパルス数が設定回数未満であるのに他のモードに切り換えられた場合には、ハンチングが発生したと推定することができるのである。そして、この場合には、例えば、一方制動トルク付与時アンチロック制御において、摩擦制動トルクの減少量、減少勾配、増加量、増加勾配等を抑制すれば、ハンチングを抑制することができる。なお、本項に記載の総制動トルク制御手段には、車輪速度がハンチング状態にあることを取得するハンチング状態取得手段が含まれると考えることができる。ハンチング状態取得手段は、実際にハンチングが生じていることを取得する手段であっても、実際にハンチングが生じた可能性が高い状態にあることを取得する手段であってもよく、現実にはハンチングが生じていないが、ハンチングが生じる可能性が高い状態にあることを取得する手段とすることもできる。

(6) 前記総制動トルク制御手段が、前記両制動トルク付与時アンチロック制御手段による制御が行われている場合には、前記ハンチング抑制手段による総制動トルクの変化の抑制を禁止するハンチング抑制禁止手段を含む(5)項に記載の車両用制動装置。上述のように、車輪のハンチングは、両制動トルク付与時アンチロック制御に起因して生じることがあるが、回生制動トルクを0にすることの影響を軽減させるためには、両制動トルク付与時アンチロック制御は、規則通りに行われることが望ましい。そのため、ハンチング抑制制御が行われないようにするのである。また、両制動トルク付与時アンチロック制御中には、ハンチング状態であることことの取得が行われないようにしたり、ハンチング状態であると取得されても、ハンチング状態でないとしたりすることもできる。これらの場合には、総制動トルク制御手段に、ハンチング状態取得禁止手段、ハンチング状態否定手段が含まれると考えることができる。

(7) 前記摩擦制動装置が、複数の車輪の各々に加えられる摩擦制動トルクすべてを共通に制御可能な共通制御

装置と、複数の車輪の各々に加えられる摩擦制動トルクをそれぞれ別個に制御可能な独立制御装置とを含み、前記総制動トルク制御手段が、前記共通制御装置を、前記車両全体の回生制動トルクと摩擦制動トルクとの和が、運転者の意図に応じた所要制動トルクに近づくように制御する回生制動協調制御手段と、前記独立制御装置を、その独立制御装置に対応する車輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御するアンチロック制御手段とを含み、前記非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制手段が、前記独立制御装置を制御する増加勾配抑制型独立制御装置制御手段を含む(2)項ないし(6)項のいずれか1つ記載の車両用制動装置。(1)項に関して説明したように、共通制御装置は、摩擦制動トルクが回生制動トルクとの和が所要制動トルクに近づくように制御され、独立制御装置は、制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御される。ここで、回生制動トルクが0にされると、共通制御装置の制御により、摩擦制動トルクが急増させられるが、この摩擦制動トルクは、駆動輪にも非駆動輪にも同様に加えられる。アンチロック制御の制御対象輪の摩擦制動トルクは、独立制御装置の制御により制御されるが、非制御対象輪の摩擦制動トルクは急増させられることになる。それに対して、本項に記載の車両用制動装置におけるように、非制御対象車輪の摩擦制動トルクの増加勾配が抑制されれば、急増させられる場合に比較して、非制御対象車輪にアンチロック制御が開始される時期を遅らせたり、車両の走行安定性の低下を抑制したりすることができる。

(8) 複数の車輪の各々と共に回転する回転体に摩擦部材を摩擦係合させて、各車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置と、前記複数の車輪のうちの少なくとも1つの車輪に加わる摩擦制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった場合に、その摩擦制動トルクを、その少なくとも1つの車輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御するアンチロック制御手段とを含む車両用制動装置に、前記複数の車輪のうちの少なくとも1つの駆動輪に接続された少なくとも1つの電動モータの回生制動により、その少なくとも1つの駆動輪に回生制動トルクを付与する回生制動装置と、前記駆動輪の各々に加わる回生制動トルクと、前記複数の車輪の各々に加わる摩擦制動トルクとのいずれもが0でない状態において、前記複数の車輪のうちの少なくとも1輪に加わる総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった場合に、それら複数の車輪の総制動トルクを制御する両制動トルク付与時総制動トルク制御手段であって、①前記回生制動トルクを0にする回生制動トルク減少手段と、②(a)前記総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなった制動トルク過大車輪のうちの駆動輪の摩擦制動トルクを、前記アンチロック制御手段によって制御される場合より、傾向として大きくなるようにしつつ、その駆動輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれ

るように制御する両制動トルク付与時アンチロック制御手段と、(b)前記複数の車輪から前記制動トルク過大車輪を除いた車輪のうちの少なくとも1つの車輪の摩擦制動トルクの増加勾配を抑制する非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制手段との少なくとも一方とを含むものが設けられた車両用制動装置(請求項3)。本項に記載の車両用制動装置において、回生制動トルクと摩擦制動トルクとの少なくとも一方を含む総制動トルクの少なくとも1つが路面の摩擦係数に対して過大となり、制動トルク過大車輪が生じた場合、その制動トルク過大車輪が駆動輪であれば必ず回生制動トルクが0にされる。制動トルク過大車輪が非駆動輪である場合には、回生制動トルクが0にされるようにすることも、0にされないようにすることも可能である。回生制動トルクが0にされる際、両制動トルク付与時アンチロック制御手段は、制御対象輪(駆動輪)の摩擦制動トルクを、その駆動輪の制動スリップ状態がほぼ適性状態に保たれるように制御し、非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制手段は非制御対象輪の摩擦制動トルクの増加勾配を抑制する。本項の態様によれば、回生制動装置を備えた車両のアンチロック制御を、従来の回生制動装置を有しない車両のアンチロック制御手段を利用して行うことができる。

【0004】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態である車両制動装置を図面に基づいて説明する。図1において、本車両制動装置が搭載された車両はハイブリッド車であり、駆動輪としての前輪10、12は、電氣的駆動装置14と図示しない内燃駆動装置とによって駆動される。電氣的駆動装置14は、差動装置22、ドライブシャフト24、26を介して、前輪10、12に接続される。電氣的駆動装置14は、電動モータ28の回生制動により車輪10、12に回生制動トルクを加える回生制動装置でもある。本実施形態における車両制動装置には、摩擦制動装置としての液圧制動装置30も設けられている。車輪10、12と共に回転するブレーキ回転体としてのロータに摩擦部材としてのパッドがホイールシリンダ32、34に液圧が伝達されることにより摩擦係合させられ、車輪10、12に液圧制動トルクが加えられる。このように、車輪10、12には、回生制動装置14による回生制動トルクと液圧制動装置30による液圧制動トルクとの和である総制動トルクが加えられ、回転が抑制されるのである。

【0005】回生制動装置14は、上記電動モータ28の他、蓄電装置36、変速器38、電力変換装置40、電動モータ制御装置42等を含むものである。電動モータ28の回転軸が車輪10、12によって強制的に回転させられる際に、電動モータ28に発生する起電力(単に、回生起電力と称する)により蓄電装置36に充電すれば、電動モータ28が上記外部の力に対して負荷となり、回生制動トルクが発生する。電動モータ28には、

蓄電装置36に蓄えられた直流電流が電力変換装置40により交流に変換されて供給される。電力変換装置40は、インバータ等を含むものであり、電動モータ制御装置42によって制御される。インバータにおけるすべり周波数制御やベクトル制御等の電流制御により、電動モータ28の制動トルクや駆動トルクの大きさが制御され、車輪に加わる回生制動トルクや駆動トルクが制御されるのである。駆動トルクは、アクセルペダルの踏み込み状況等に基づいた大きさに制御される。また、回生制動トルクは、変速器38における変速比を制御することによっても制御することができる。車輪10、12の回転を電動モータ28に伝達する際の変速比が変われば、電動モータ28の回転軸の回転速度を変えることができるため、回生制動トルクの大きさを減らすことができる。

【0006】液圧制動装置30は、前記前輪10、12のホイールシリンダ32、34、液圧制動トルクを制御するとともに回生制動トルクと液圧制動トルクとの総制動トルクを制御する総制動トルク制御装置46、リニアバルブ装置56、アンチロック制御装置58の他、図2に示すように、後輪60、62のホイールシリンダ64、66、マスタシリンダ68、定液圧源70等を含むものである。マスタシリンダ68は2つの加圧室72、74を有するものであり、2つの加圧室72、74には、それぞれ、ブレーキペダル76の操作力に応じた同じ大きさの液圧が発生させられる。一方の加圧室72には、液通路80を介して駆動輪である前輪10、12のホイールシリンダ32、34が接続され、他方の加圧室74には、液通路82を介して後輪60、62のホイールシリンダ64、66が接続されている。定液圧源70は、マスタリザーバ84、ポンプ85、アキュムレータ86等を含むものであり、マスタリザーバ84の作動液がポンプ85によって汲み上げられてアキュムレータ86に蓄えられる。アキュムレータ86には2つの圧力スイッチ87、88が取り付けられており、それぞれ、アキュムレータ86の液圧が上限値以上になったこと、下限値以下になったことが検出される。これら圧力スイッチ87、88のヒステリシスを有するON、OFFに応じてポンプ85が起動、停止させられるようになっているのであり、それにより、アキュムレータ86に、設定圧力範囲の作動液が常時蓄えられることになる。定液圧源70は、上記加圧室74に接続されており、ブレーキペダル76の踏み込みに伴って、定液圧源70の作動液が加圧室74に供給される。それにより、ブレーキペダル76の操作ストロークの軽減を図ることが可能となる。

【0007】前記液通路80の途中には、電磁開閉弁90、92がそれぞれ設けられている。電磁開閉弁90、92の開閉により、ホイールシリンダ32、34とマスタシリンダ68とが連通させられたり、遮断されたりする。ホイールシリンダ32、34は、回生制動協調制御やアンチロック制御が行われる場合等に、マスタシリン

ダ68から遮断される。

【0008】ホイールシリンダ32、34とマスタリザーバ84とを接続する液通路93の途中には、減圧弁としての電磁開閉弁94、96が設けられている。電磁開閉弁94、96が開状態に切り換えられれば、ホイールシリンダ32、34とマスタリザーバ84とが連通させられる。ホイールシリンダ32、34の液圧が減圧させられ、液圧制動トルクが減少させられる。また、ホイールシリンダ32、34とリニアバルブ装置56とを接続する液通路98の途中には、増圧弁としての電磁開閉弁100、102が設けられている。電磁開閉弁100、102は、通常制動時において回生制動協調制御が行われる場合には開状態に保たれ、ホイールシリンダ32、34とリニアバルブ装置56とが連通状態に保たれる。これら電磁開閉弁100、102をそれぞれバイパスするバイパス通路の途中には、それぞれホイールシリンダ32、34からリニアバルブ装置56へ向かう作動液の流れを許容するが、逆向きの流れを阻止する逆止弁104、106が設けられており、これら逆止弁104、106により、ブレーキペダル76の踏み込みが解除された場合に、ホイールシリンダ32、34の作動液が早急に戻される。また、上記液通路98のリニアバルブ装置56と電磁開閉弁100、102との間には、電磁開閉弁108が設けられている。電磁開閉弁108は、回生制動協調制御や前輪10、12についてアンチロック制御が行われる場合等に、開状態にされる。

【0009】上記リニアバルブ装置56は、前記加圧室74と後輪60、62のホイールシリンダ64、66とを接続する液通路82の途中に設けられており、この液通路82のリニアバルブ装置56のホイールシリンダ側に前記液通路98が接続されることになる。リニアバルブ装置56とホイールシリンダ64、66との間には、増圧弁としての電磁開閉弁110が設けられ、電磁開閉弁110をバイパスするバイパス通路の途中には、ホイールシリンダ64、66からリニアバルブ装置56へ向かう方向の作動液の流れを許容するが、逆向きの流れを阻止する逆止弁112が設けられている。また、ホイールシリンダ64、66とマスタリザーバ84とを接続する液通路114の途中には、減圧弁としての電磁開閉弁116が設けられている。液通路82には、プロポーションバルブ118も設けられ、後輪60、62のホイールシリンダ64、66の液圧が前輪10、12のホイールシリンダ32、34の液圧に対して大きくならないように制御されている。図示するように、本実施形態においては、後輪64、66のホイールシリンダ64、66の液圧は、共通に制御される。

【0010】液通路82のリニアバルブ装置56とマスタシリンダ68との間には、液圧センサ122が設けられ、リニアバルブ装置56のホイールシリンダ側の近傍には、液圧センサ124が設けられている。また、液通

路98の途中に液圧センサ132が設けられている。液圧センサ132は、上記液圧センサ124のフェールを検出するために設けられたものである。電磁開閉弁108が開状態に保たれた場合に、液圧センサ132の出力信号と液圧センサ124の出力信号とが大きく異なる場合には、液圧センサ124が異常であるとされる。

【0011】上記リニアバルブ装置56は、図3に示すように、増圧制御弁としての増圧リニアバルブ150、減圧制御弁としての減圧リニアバルブ152、減圧用リザーバ154および逆止弁156、158を含むものである。増圧リニアバルブ150は加圧室74から延び出させられた液通路82の途中に設けられ、減圧リニアバルブ152は液通路82と減圧用リザーバ154とを接続する液通路160の途中に設けられている。逆止弁156は、増圧リニアバルブ150をバイパスするバイパス通路の途中に設けられ、ホイールシリンダ側からマスタシリンダ68へ向かう方向の作動液の流れを許容し、逆向きの流れを阻止するものであり、逆止弁158は、減圧リニアバルブ152をバイパスするバイパス通路の途中に設けられ、減圧用リザーバ154からマスタシリンダ68へ向かう方向の作動液の流れを許容し、逆向きの流れを阻止するものである。

【0012】増圧リニアバルブ150は、シーティング弁190と、電磁付勢装置194とを含むものである。シーティング弁190は、弁体200と、弁座202と、弁体200と一体的に移動する被電磁付勢体204と、弁体200が弁座202に着座する向きに被電磁付勢体204を付勢するスプリング206とを含むものである。また、電磁付勢装置194は、ソレノイド210と、そのソレノイド210を保持する樹脂製の保持部材212と、第一磁路形成体214と、第二磁路形成体216とを含むものである。ソレノイド210の巻線の両端に電圧が印加されると、ソレノイド210の巻線に電流が流れ、磁界が形成される。ソレノイド210の巻線に印加される電圧を変化させれば、被電磁付勢体204と第二磁路形成体216との間に作用する磁気力が変化する。被電磁付勢体204の第二磁路形成体216側の端面には、嵌合突部220が形成されており、第二磁路形成体216の被電磁付勢体204側の端面には、その嵌合突部220と軸方向に相対移動可能な状態で嵌合する嵌合穴222が形成されている。この嵌合穴222に前記スプリング206が取り付けられているのである。

【0013】ソレノイド210に電圧が印加されると、ソレノイド210、第一磁路形成体214、被電磁付勢体204、第二磁路形成体216、第一磁路形成体214、ソレノイド210を経る磁路が形成されるが、被電磁付勢体204と第二磁路形成体216との間の磁路の磁気抵抗は、被電磁付勢体204と第二磁路形成体216との軸方向の相対的な位置に依存して変化する。具体的には、被電磁付勢体204と第二磁路形成体216と

の軸方向の相対位置が変化すれば、被電磁付勢体204の嵌合突部220と第二磁路形成体216の嵌合穴222との微小間隔を隔てて互いに対向する円筒面（嵌合突部220の外周面と嵌合穴222の内周面とのうち互いに対向する部分）の面積が変化する。もし、被電磁付勢体204と第二磁路形成体216とが単純に端面同士で微小間隔を隔てて対向しているのであれば、被電磁付勢体204と第二磁路形成体216との軸方向の距離の減少、すなわち接近に伴って磁気抵抗が加速度的に減少し、両者の間に作用する磁気力が加速度的に増大する。それに対し、本実施形態の増圧リニアバルブ150においては、被電磁付勢体204と第二磁路形成体216との接近に伴って、嵌合突部220と嵌合穴222との上記円筒面の面積が増加し、この円筒面を通る磁束が増加する一方、被電磁付勢体204の端面と第二磁路形成体216の端面とのエアギャップを通る磁束が減少する。その結果、ソレノイド210に印加される電圧が一定であれば、被電磁付勢体204を第二磁路形成体216方向へ付勢する磁気力が、被電磁付勢体204と第二磁路形成体216との軸方向の相対的な移動に関係なくほぼ一定となる。一方、スプリング206による被電磁付勢体204を第二磁路形成体216から離間する方向へ付勢する付勢力は、被電磁付勢体204と第二磁路形成体216との接近に伴って増大する。したがって、弁子200に液圧差に基づく付勢力が作用していない状態では、被電磁付勢体204の第二磁路形成体216方向への移動が、上記スプリング206の付勢力と磁気力とが等しくなることにより停止することとなる。

【0014】この被電磁付勢体204を第二磁路形成体216へ接近させる方向に作用する磁気力の大きさは、ソレノイド210の巻線に印加される電圧の大きさと共に増加し、それら印加する電圧と磁気力との関係は予め知ることができる。したがって、印加電圧をその関係にしたがって連続的に変化させることにより、被電磁付勢体204を付勢する力を任意に変更することができる。印加電圧を増加させると磁気力が増加し、弁子200を弁座202に押し付ける向きの力が小さくなり、弁子200が弁座202から離間し易くなる。弁体200に作用する作動液の差圧による付勢力が、被電磁付勢体204に作用する力（磁気力とスプリング206の付勢力との合力であるが、磁気力とスプリング206の付勢力とは互いに反方向きの力である）よりも大きくなると、離間させられるのであり、この開弁圧が印加電圧を増加させると小さくされるのである。

【0015】減圧リニアバルブ152も、基本的には増圧リニアバルブ150と同じものであり、印加電圧を増加させると減圧リニアバルブ152の開弁圧が小さくされる。減圧リニアバルブ152においては、後述するように、スプリング224の付勢力が増圧リニアバルブ150のスプリング206と異なっている。減圧リニアバ

10

20

30

40

50

17

ルブ152の構成のうち、増圧リニアバルブ150と同様であるものには、同じ符号を付して示して説明を省略する。

【0016】本実施形態においては、増圧リニアバルブ150の開弁圧が、約3MPa(約30.6kgf/cm²)とされ、減圧リニアバルブ152の開弁圧が、18MPa(≒184kgf/cm²、定液圧源70により供給される作動液の最大液圧)よりも大きくされている。スプリング224による付勢力が、スプリング206によるそれよりも大きく(約6倍)されているのである。本実施形態の液圧制動装置30においては、減圧リニアバルブ152に供給される作動液の最大液圧は、ポンプ85により供給され、また、アキュムレータ86に蓄えられる最大の液圧である。したがって、ソレノイド210に電圧が印加されない場合に、操縦者の踏力による液圧がこの最大液圧を上回って、減圧リニアバルブ152を経て減圧用リザーバ154に流出させられることは事実上ないと考えられる。また、減圧用リザーバ154に蓄えられた作動液は、制動終了後に、液通路160、逆止弁158、逆止弁156、液通路82およびマスタシリンダ68を経て、マスタリザーバ84に戻される。

【0017】なお、液通路80には、液圧センサ226(図2参照)が設けられ、マスタシリンダ68の液圧が検出される。マスタシリンダ68の液圧はブレーキペダル76の操作力に応じた液圧となるため、この液圧に対応する制動トルクが、運転者が意図する制動トルクであることができ、目標総制動トルクとされる。液通路80には、また、ストロークシミュレータ228が設けられ、電磁開閉弁90、92が共に閉状態とされた場合に、ブレーキペダル76のストロークが殆ど0になることが回避されている。本液圧制動装置30には、ブレーキスイッチ250が設けられている。ブレーキスイッチ250により、ブレーキペダル76が踏み込まれたことを検出することができる。また、各車輪10、12、60、62各々の回転速度を検出する車輪速センサ252〜258が設けられ、これらの出力信号に基づいて制動スリップ状態、推定車体速度等が取得される。

【0018】ここで、リニアバルブ装置56の増圧リニアバルブ150、減圧リニアバルブ152のいずれか一方のソレノイド210に印加される電圧(以下、リニアバルブ装置56の制御電圧と略称する)は、液圧センサ124によって検出された液圧が、後述する目標液圧制動トルクに対応する液圧になるように決定される。増圧リニアバルブ150のソレノイド210に印加される電圧が大きくなって開弁圧が小さくされれば、液圧センサ124によって検出される液圧は大きくなり、減圧リニアバルブ152のソレノイド210に印加される電圧が大きくなって開弁圧が小さくされれば液圧は小さくされる。目標液圧制動トルクは、目標総制動トルクから実回

18

生制動トルクを引いた値とされる。回生制動協調制御においては、液圧センサ124によって検出される液圧が各ホイールシリンダ32、34、64、66の液圧とほぼ同じであると推定することができるため、液圧センサ124によって検出された液圧に応じた液圧制動トルクが、車輪10、12、60、62に加わる液圧制動トルクであると推定される。

【0019】目標総制動トルクは、液圧センサ226の出力信号に基づいて決定される。加圧室72の液圧はブレーキペダル76の操作力、すなわち、運転者の意図する所要制動トルク(目標総制動トルク)に対応する大きさとしてすることができるため、加圧室72の液圧に応じて目標総制動トルクが決定されるのである。操作力に限らず、その他、操作ストローク、操作時間等ブレーキ操作状況に基づいて決定することもできる。目標回生制動トルクは、発電機として機能する電動モータ28の回転数等発電側の都合で決まる回生制動トルクの上限值である発電側上限値と、蓄電装置38の充電容量、温度等蓄電側の都合で決まる回生制動トルクの上限值である蓄電側上限値と、運転者のブレーキペダル76の操作力に応じて決まる操作側上限値(操作側上限値は、上述の目標総制動トルクに対応する)とのうちの最小値、すなわち、目標総制動トルクを越えない限りの上限値であるエネルギー効率最大上限値に決定される。なお、本実施形態においては、目標回生制動トルクが上述のように決定されたエネルギー効率最大上限値とされたが、上述のように決定することは不可欠ではなく、例えば、目標総制動トルクと蓄電側上限値とに基づいて決定しても、目標総制動トルクと発電側上限値とに基づいて決定してもよい。また、可変値でなく、設定値とすることもできる。例えば、蓄電装置36の充電容量、電動モータ28の能力等に基づいて決定される出力し得る最大の回生制動トルクを目標回生制動トルクとすることもできるのである。

【0020】総制動トルク制御装置46、電動モータ制御装置42は、ROM、RAM、PU(プロセッシングユニット)等を備えたコンピュータを主体とするものである。総制動トルク制御装置46の入力部には、前述の各液圧センサ122、124、226、電動モータ28の回転速度を検出するエンコーダ260や蓄電装置36の充電容量を検出する充電容量検出装置262等が接続されている。出力部には、各電磁開閉弁90、92、94、96、100、102、108、110、116のソレノイドやリニアバルブ装置56のソレノイド210等が図示しない駆動回路を介して接続されるとともに、変速器38が駆動回路を介して接続されている。ROMにはフローチャートの図示は省略するが、回生制動協調制御プログラム、図4のフローチャートで表される総制動トルク制御プログラム、通常時アンチロック制御プログラム、移行時総制動トルク制御プログラム等を含む種々の制御プログラムや複数のアンチロック制御時に使用

される増圧時間、保持時間等と回生制動トルクとの関係を表すテーブル等が記憶されている。

【0021】電動モータ制御装置42の入力部には上述のエンコーダ260、図示しないアクセルペダルの操作状況を検出するアクセル操作状況検出装置等が接続され、出力部には電力変換装置40が接続される。ROMには、フローチャートの図示は省略するが、駆動トルク制御プログラム、回生制動トルク制御プログラム等種々の制御プログラムが格納されている。電力変換装置40は、アクセルペダルの操作状況に応じた駆動トルクが得られるように制御されたり、目標回生制動トルクとはほぼ同じ大きさの回生制動トルクが得られるように制御されたりする。これら電動モータ制御装置42と総制動トルク制御装置46との間においては、情報の交換が行われる。総制動トルク制御装置46から電動モータ制御装置42へは、目標回生制動トルクを表す情報が供給され、電動モータ制御装置42から総制動トルク制御装置46へは、実回生制動トルクを表す情報が供給される。

【0022】以上のように構成された車両用制動装置において、ブレーキペダル76が踏み込まれると、各車輪10、12、60、62には、液圧制動トルクと回生制動トルクとの少なくとも一方を含む総制動トルクが加えられる。駆動輪10、12には、液圧制動トルクと回生制動トルクとの両方が加えられるが、非駆動輪60、62には回生制動トルクは加えられず、液圧制動トルクのみが加えられる。ここでは、液圧制動トルクが前述のように目標総制動トルクから実回生制動トルクを引いた大きさに制御されるが、実回生制動トルクはエネルギー効率最大上限値に決定された目標回生制動トルクに近づくように制御されるため、運動エネルギーの無駄な放出を抑制し、エネルギー効率の低下をできる限り回避することができる。

【0023】総制動トルク制御装置46において、目標総制動トルクが液圧センサ226によって検出されたマスタシリンダの液圧に基づいて決定され、目標回生制動トルクがエネルギー効率最大上限値に決定される。そして、この目標回生制動トルクを表す情報が電動モータ制御装置42に出力される。回生制動装置14においては、電力変換器40が電動モータ制御装置42によって、実回生制動トルクが目標回生制動トルクに近づくように制御される。そして、実回生制動トルクが電動モータ28の回転数等に基づいて求められ、実回生制動トルクを表す情報が、総制動トルク制御装置46に供給される。総制動トルク制御装置46において、目標総制動トルクから実回生制動トルクを引くことにより目標液圧制動トルクが決定され、リニアバルブ装置56の制御電圧が決定される。実回生制動トルクが0にされれば、目標液圧制動トルクが目標総制動トルクに近づくように制御電圧が決定される。

【0024】車輪10、12、60、62の少なくとも

1輪の総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなると、アンチロック制御が開始される。電磁開閉弁90、92が遮断状態に切り換えられるとともに、電磁開閉弁108が連通状態に切り換えられる。回生制動トルクが0の場合には、通常時アンチロック制御が行われる。回生制動トルクが0でない場合には回生制動トルクが0にされるとともに、移行時総制動トルク制御が行われる。移行時総制動トルク制御には、移行時アンチロック制御と移行時非制御対象輪制動トルク増加勾配抑制制御との少なくとも一方が含まれ、移行時非制御対象輪液圧制動トルク増加勾配抑制制御には、移行時前輪（駆動輪）液圧制動トルク増加勾配抑制制御と移行時後輪（非駆動輪）液圧制動トルク増加勾配抑制制御とが含まれる。非制御対象輪の液圧制動トルクが増加させられる際の増加勾配が抑制されるため、非制御対象輪の液圧制動トルクは緩増させられることになる。以下、移行時非制御対象輪液圧制動トルク増加勾配抑制制御を、移行時非制御対象輪液圧制動トルク緩増制御と称することがある。

【0025】制動トルク過大車輪が前輪の場合には、前輪（駆動輪）に対して移行時アンチロック制御が行われ、後輪（非駆動輪）に対して移行時後輪液圧制動トルク緩増制御が行われる。制動トルク過大車輪が後輪の場合は、その後輪（非駆動輪）については通常時アンチロック制御が行われ、前輪（駆動輪）については、移行時前輪液圧制動トルク緩増制御が行われる。制動トルク過大車輪が前輪と後輪との両方である場合には、前輪に対しては移行時アンチロック制御が行われ、後輪に対しては、通常時アンチロック制御が行われる。

【0026】前述のように、リニアバルブ装置56の制御電圧は、液圧センサ124によって検出される液圧に対応する液圧制動トルクが、目標総制動トルクから実回生制動トルクを引いた目標液圧制動トルクに近づくように制御される。そのため、実回生制動トルクが0にされると、制御電圧が、リニアバルブ装置56の出力液圧が直ちに大きくなるように制御され、すべての車輪に加わる液圧制動トルクが急増させられることになる。非駆動輪60、62については、0にされた回生制動トルク分が液圧制動トルクとして新たに加わるようになるため、総制動トルクが急増させられる。液圧制動トルクの急増により総制動トルクが急増させられることになり、アンチロック制御が早期に開始されたり、車両の走行安定性が低下させられたりする。また、駆動輪10、12については、0にされた回生制動トルク分が液圧制動トルクに代わるようになるため、総制動トルクはほぼ一定に保たれるはずであるが、液圧制動トルクの増加勾配が回生制動トルクの減少勾配より大きいと、一時的に液圧制動トルクが急増させられることになる。

【0027】このように、回生制動トルクが0にされれば、すべての車輪について液圧制動トルクが急増させら

10

20

30

40

50

21

れるが、アンチロック制御が行われる制御対象輪については、電磁開閉弁の制御により、液圧制動トルクが制御されるため、急増させられることはない。それに対して、非制御対象輪については、電磁開閉弁が制御されないため、液圧制動トルクの増加勾配を抑制することが望ましい。本実施形態においては、制御対象輪が前輪であっても、後輪であっても、すなわち、駆動輪10、12について移行時アンチロック制御が行われても、非駆動輪60、62について通常時アンチロック制御が行われても、非制御対象輪に対して液圧制動トルクの増加勾配が抑制される。非制御対象輪が、駆動輪であっても、非駆動輪であっても、増加勾配抑制制御が行われるのである。

【0028】まず、通常時アンチロック制御について簡単に説明する。通常時アンチロック制御における開始条件は、複数の車輪10、12、60、62のうちの少なくとも1つの車輪のスリップ量 ΔVw が、車輪加速度が設定値以下となった時のスリップ量 ΔVSN から更に基準スリップ量 ΔVR 以上大きくなった場合 ($\Delta Vw > \Delta VSN + \Delta VR$) に満たされ、終了条件は、ブレーキペダル76の踏み込みが解除された場合、車両の走行速度が設定速度以下となった場合に満たされる。通常時アンチロック制御中においては、車輪のスリップ状態と車輪加速度とに基づいて減圧モード、保持モード、増圧モードのいずれか1つが選択される。増圧モードには、増圧勾配が大きい増圧時間制御モードと、増圧勾配が小さいパルス増モードと、パルス増モードが終了した後に選択されるディザ増モードとが含まれる。増圧時間制御モードが選択された場合には、増圧時間が、車体加速度等に基づいて決定されるが、増圧時間および保持時間の和であるサイクルタイムが予め決められているため、増圧時間が決まれば保持時間も決まることになる。増圧時間が長くなれば、増圧時間の保持時間（または増圧制御時間）に対する比率である増圧比率が大きくなり、増圧勾配が大きくなる。パルス増モードが選択された場合には、スリップ状態等に基づいて増圧時間、保持時間、パルス数が決められる。

【0029】移行時総制動トルク制御は、移行時総制動トルク開始条件が満たされると開始される。移行時総制動トルク制御開始条件は、回生制動協調制御が行われている状態において、通常時アンチロック制御開始条件が満たされたのが、ブレーキペダル76が踏み込まれてから設定時間以上経過した後である場合に満たされる。ブレーキペダル76が踏み込まれてから設定時間以上経過した後に通常時アンチロック制御開始条件が満たされるのは、緩制動（追込み制動）時にアンチロック制御開始条件が満たされた場合であるが、急制動時に開始条件が満たされた場合には、加圧室74の液圧が十分に大きいため、移行時総制動トルク制御は行われないのである。追込み制動時には、加圧室74の液圧がそれほど大きく

22

ないため、回生制動トルクが0にされて通常アンチロック制御が行われると、十分な増圧勾配が得られず、制御対象輪である駆動輪の総制動トルクが不足してしまうのである。また、移行時アンチロック制御開始条件は、移行時総制動トルク制御開始条件が満たされ、かつ、その制動トルク過大車輪が駆動輪である場合に満たされる。移行時総制動トルク制御は、移行時アンチロック制御と移行時非制御対象輪液圧制動トルク緩増制御との両方が終了させられた場合に終了させられるが、通常は、移行時非制御対象輪液圧制動トルク緩増制御が、移行時アンチロック制御より先に終了させられる。

【0030】移行時アンチロック制御終了条件は、(a) 通常時アンチロック制御の終了条件が満たされた場合、(b) 実回生制動トルクを表す情報が設定値以下の状態が設定時間以上継続した場合、または、移行時アンチロック制御が設定時間以上行われた場合において、前輪10、12の少なくとも一方において2回目の減圧モードが選択された場合、(c) 実回生制動トルクを表す情報が設定値以下の状態が設定時間以上継続した場合、(d) 移行時アンチロック制御が開始されてからの経過時間が設定時間以上になった場合の少なくとも1つが満たされた場合に満たされる。

【0031】通常は、(a)～(d)の条件のうち、(b)の条件が最初に満たされる。回生制動トルクが0にされた後に選択された減圧モードは、液圧制動トルクに起因して選択されたとみなすことができる。そのため、(b)の条件が満たされれば、回生制動トルクの影響がなくなったとすることができ、移行時アンチロック制御手段による制御を行う必要がなくなったと考えられる。(b)において、回生制動トルクについての設定値は、回生制動トルクが現実には0であるが、ノイズ等に起因して、情報が0以上になってしまう場合を考慮して決定された値である。回生制動トルクが設定値以下の状態が継続する設定時間は、短時間に移行時アンチロック制御が終了させられないようにするための時間である。例えば、一様路面を走行中には、前輪10、12について連続して開始条件が満たされ、短い時間の間にそれぞれ初回の減圧モードが連続して選択される場合があり、後に開始条件が満たされた車輪の初回の減圧モードが、先に開始条件が満たされた車輪の2回目の減圧モードであると誤って判定される場合がある。この場合に、移行時アンチロック制御が終了してしまうと、駆動輪の総制動トルクの不足を少なくできなくなる。それを回避するために、ある程度長い時間としたのである。しかし、長すぎると、2回目以降の増圧制御においても、増圧勾配が大きくなることになり、ハンチングの原因になる可能性がある。このような事情を考慮して、設定時間が決定されたのである。また、移行時アンチロック制御が開始されてからの経過時間についての設定時間は、実回生制動トルクが0である状態が設定時間以上継続したことを検出できな

った場合のガードのための時間であるが、0にされる直前の実回生制動トルクが電動モータ28の能力や蓄電装置36の充電容量等に基づいて決まる回生制動装置14の設計上の最大値であっても、この設定時間以上経過すれば、現実には0まで低下させ得る時間でもある。

【0032】移行時アンチロック制御中において、減圧モード、保持モードが選択された場合には、通常時アンチロック制御における場合と同様な制御が行われる。増圧モードが選択された場合には、増圧時間、保持時間および増圧パターン（パルス数）が、0にされる直前の回生制動トルク（以下、直前回生制動トルクと称する）と車両加速度とに基づいて補正される。増圧時間、保持時間および増圧パターンの補正量と、これら直前回生制動トルクおよび車両加速度との関係を表すテーブルが予め記憶されているのである。増圧時間の補正量（増加量）およびパルス数の増加数は、直前回生制動トルクが大きいほど大きく、車両加速度が大きいほど小さくされ、保持時間の補正量（減少量）は、直前回生制動トルクが大きいほど大きく、車両加速度が大きいほど小さくされる。増圧時間が長く保持時間が短くされれば、増圧比率が大きくなる。これらの補正（回生補償増圧制御）は、増圧モードのうちの、増圧時間制御モード、パルス増モード、ディザ増モードのいずれが選択された場合においても行われる。なお、本実施形態においては、補正量が、直前回生制動トルクと車両加速度とに基づいて決定されたが、直前回生制動トルクと車両加速度との少なくとも一方に基づいて決定されるようにしても、それ以外の車輪減速度等に基づいて決定されるようにしてもよい。

【0033】また、車輪速度にハンチングが生じたと判定された場合には、ハンチング抑制制御が行われる。補正量が $1/2$ とされる。液圧制動トルクの増圧量を小さくし、ハンチングが生じ難くされるのである。なお、ハンチングが生じた場合には、補正量（絶対値）を小さくすればよく、 $1/2$ に限らず、 $1/3$ 、 $1/4$ 、 $1/5$ 、 $2/3$ 、 $3/4$ ・・・等としてもよく、0にしてもよい。ハンチングは、車輪加速度の変化が非常に大きいことが複数回検出された場合に、生じたと検出される。アンチロック制御中には、車輪加速度が検出されるが、車輪加速度が正の状態から負の状態に変化した場合には、車輪加速度の変化が非常に大きい状態にあるとされるのである。

【0034】移行時後輪液圧制動トルク緩増制御においては、後輪60、62の液圧制動トルクの増加勾配が、回生制動トルクが0にされた場合の直前総制動トルクに基づいた大きさに抑制される。後輪60、62の液圧制動トルクは、上述の直前総制動トルクに達するまで、滑らかに増加させることが望ましい。本実施形態においては、後輪60、62の液圧制動トルクが直前総制動トルクに達するのに必要なパルス数が、直前総制動トルクと

の関係で予め求められ、記憶されている。移行時後輪液圧制動トルク緩増制御は、発せられた増圧パルス数が上述の関係に基づいて求められた設定数に達すると、終了させられるが、後輪60、62のいずれか一方についてアンチロック制御が開始された場合にも終了させられる。移行時後輪液圧制動トルク緩増制御が行われれば、急増させられる場合に比較して、車両走行安定性の低下を抑制し得、後輪60、62に対してアンチロック制御が開始される時期を遅らせることができる。また、制御前の後輪60、62の液圧制動トルクを大きくしておけば、後輪60、62の少なくとも一方についてアンチロック制御が開始された場合に、総制動トルクが不足することを回避し得る。

【0035】移行時前輪液圧制動トルク緩増制御においては、前輪の液圧制動トルクの増加勾配が、総制動トルクの低下分（0にされた回生制動トルク分であり、直前回生制動トルク分である）を早期に補充し得、かつ、滑らかに増加させるように制御される。この移行時前輪液圧制動トルク緩増制御は、0である目標回生制動トルクを表す情報を電動モータ制御装置42に出力した後直ちに開始するのではなく、設定時間だけ遅れて開始される。実回生制動トルクの減少が現実開始されるまでの時間だけ待つて開始するようにするのである。本実施形態においては、前輪の液圧制動トルクの増加勾配は、直前回生制動トルクの大きさに応じて決められる。これら直前回生制動トルクと、増圧時間、保持時間およびパルス数との関係を表すテーブルが予め記憶されている。移行時前輪液圧制動トルク緩増制御は、発せられたパルス数が上述のパルス数に達した場合、または、前輪に対してアンチロック制御が開始された場合に終了させられる。

【0036】以下、総制動トルク制御について説明する。上述のように、総制動トルク制御には、4つのパターンがある。(H) 通常時アンチロック制御が行われる場合、(I) 前輪に移行時前輪液圧制動トルク緩増制御が行われ、後輪に通常時アンチロック制御が行われる場合、(J) 前輪に移行時アンチロック制御が行われ、後輪に移行時後輪液圧制動トルク緩増制御が行われる場合、(K) 前輪に移行時アンチロック制御が行われ、後輪に通常時アンチロック制御が行われる場合である。Jの制御において、以降時後輪液圧制動トルク緩増制御が終了させられた場合には、Kの制御に切り換えられ、Kの制御が終了させられた場合には、Hの制御に切り換えられる。Iの制御が終了させられた場合には、Hの制御に切り換えられる。以下の説明において、Hの制御を通常時制御、Iの制御を前輪緩増、Jの制御を後輪緩増、Kの制御を移行時制御と略称することにする。

【0037】図4において、ステップ1（以下、S1と略称する。他のステップについても同様とする）において、各車輪の車輪速度、推定車体速度等が読み込まれ、

10

20

30

40

50

25

S2～S5において、上記各制御が制御中か否かが判定される。前輪緩増中フラグ、移行時制御中フラグ、後輪緩増中フラグ、通常時制御中フラグ各々がセットされているか否かが判定されるのである。S6～S8について、これら制御の開始条件が満たされるか否かが判定される。後輪緩増と移行時制御とでは、開始条件は同じである。ここで、①移行時制御（後輪緩増）、②前輪緩増、③通常時制御の順にそれぞれの開始条件が満たされるか否かが判定されるのは、移行時制御開始条件（移行時アンチロック制御開始条件）が満たされる場合には、必ず前輪緩増（移行時総制動トルク制御開始条件）、通常時制御開始条件（通常時アンチロック制御開始条件）が満たされ、前輪緩増制御開始条件が満たされる場合には必ず通常時制御開始条件が満たされるため、順序が逆になると、移行時制御等が行われなくなってしまうからである。

【0038】移行時制御開始条件が満たされた場合には、S9において、目標回生制動トルクを0にし、それを表示情報を出力する。S10において、制動トルク過大車輪が前輪側に属する車輪のみか、前輪側に属する車輪および後輪側に属する車輪か（アンチロック開始条件が、前輪および後輪に同時に満たされた場合）が判定される。前輪10、12の少なくとも一方の車輪のみである場合には、S11において後輪緩増中フラグがセットされ、S12において、前輪については移行時アンチロック制御が行われ、後輪については後輪緩増制御が行われる。それに対して、前輪および後輪の場合には、S13において、移行時制御中フラグがセットされ、S14において、前輪について移行時アンチロック制御が行われ、後輪については通常時アンチロック制御が行われるのである。移行時アンチロック制御開始条件は満たされないが、前輪緩増制御開始条件が満たされた場合には、S15～S17において、目標回生制動トルクが0にされ、前輪緩増中フラグがセットされて、前輪について液圧制動トルクの増加勾配が抑制され、後輪についてアンチロック制御が行われる。通常時制御開始条件が満たされた場合には、S18、19において、通常時制御中フラグがセットされて、4輪のうちの少なくとも1つの制御対象輪にアンチロック制御が行われる。

【0039】ここで、前輪緩増中フラグがセットされている場合には、S2における判定がYESとなり、S20において、前輪緩増終了条件が満たされるか否かが判定される。終了条件が満たされない場合には、上記S17において、前輪緩増制御が継続して行われるが、終了条件が満たされた場合には、S21、22において、前輪緩増中フラグがリセットされ、通常時制御中フラグがセットされる。その後、S19において、通常時制御が行われる。前輪緩増が終了させられた場合には、通常時制御に切り換えられるのである。移行時制御中フラグがセットされている場合には、S23において、移行時制

26

御終了条件が満たされるか否かが判定される。満たされない場合には、S14において、移行時制御が継続して行われるが、満たされた場合には、S24、25において、上述の場合と同様に、移行時制御中フラグがリセットされ、通常時制御中フラグがセットされる。

【0040】後輪緩増中フラグがセットされている場合には、S26、27において、後輪についての緩増制御終了条件が満たされたか否かが判定され、前輪についての移行時制御終了条件が満たされたか否かが判定される。たいていの場合には、S26における判定が先にYESとなり、S27において前輪についての移行時制御終了条件が先に満たされることは殆どない。後輪についての緩増制御終了条件が満たされた場合には、S28、29において、後輪緩増中フラグがリセットされ、移行時制御中フラグがセットされて、S14において、移行時制御が行われる。前輪についての移行時制御終了条件が満たされた場合には、S30、31において、後輪緩増中フラグがリセットされ、通常時制御中フラグがセットされて、S19において、通常時制御が行われる。後輪に対する液圧制動トルク緩増制御は、前輪についての移行時アンチロック制御より先に終了させられるため、通常時制御でなく、移行時制御に切り換えられるのである。いずれの終了条件も満たされない場合には、S21において、後輪緩増制御が継続して行われる。通常時制御中フラグがセットされている場合には、S32において、終了条件が満たされるか否かが判定される。終了条件が満たされない場合には、制御が継続して行われるが、満たされた場合には、通常時制御中フラグがリセットされて、アンチロック制御が終了させられる。また、移行時制御が、アンチロック制御終了条件が満たされたことによって終了させられた場合には、移行時制御中フラグがリセットされて通常時制御中フラグがセットされるが、その場合には、S32において、終了条件が満たされ、通常時アンチロック制御も終了させられることになる。

【0041】以上のように、本実施形態においては、両制動トルク付与時から一方制動トルク付与時への移行時に移行時総制動トルク制御が行われるため、回生制動トルクを0にしたことに起因する影響を軽減することができる。アンチロック制御対象輪が駆動輪である場合には、駆動輪の総制動トルクの不足を少なくし得る。また、非制御対象輪の液圧制動トルクが増加させられる際の増加勾配を抑制することができる。本実施形態においては、総制動トルク制御装置46によって、総制動トルク制御手段、一制動トルク付与時制動トルク制御手段、両制動トルク付与時総制動トルク制御手段が構成される。総制動トルク制御装置46のうち、S12、14、17を実行する部分等により、両制動トルク付与時総制動トルク制御手段が構成される。このうちの、前輪に対して移行時アンチロック制御を行う部分等により、両制

動トルク付与時アンチロック制御手段が構成され、非制御対象輪の液圧制動トルクの増加勾配を抑制する部分等によって、非制御対象輪摩擦制動トルク増加勾配抑制手段が構成される。また、S19を実行する部分等により、一方制動トルク付与時アンチロック制御手段が構成される。

【0042】なお、上記実施形態においては、移行時アンチロック制御においては、通常時アンチロック制御において決定された増圧時間、保持時間、パルス数に、補正量を加えられるようにされていたが、これら増圧時間、保持時間、パルス数が直前回生制動トルク、車輪加速度、スリップ量等に基づいて直接決定されるようにしてもよい。また、移行時アンチロック制御においては、通常時アンチロック制御における場合より、増圧モードにおける増圧勾配が大きくさせられていたが、減圧モードにおける減圧勾配も小さくされるようにしてもよい。さらに、増圧時間制御モード、パルス増モード、ディザ増モードのすべてについて増圧勾配を大きくする必要はなく、これらのうちの少なくとも1つのモードにおいて増圧勾配を大きくすればよい。また、移行時アンチロック制御の終了条件は上記実施形態における場合に限らず、例えば、増圧制御が複数回行われた後に終了させられるようにすることもできる。さらに、アンチロック制御開始条件が前輪および後輪に同時に満たされることがないと考える場合には、S10、13のステップが不要となる。また、アンチロック制御における制御内容については、上記実施形態における場合に限らない。

【0043】さらに、液圧制動装置の構造、回生制動装置の構造等は上記実施形態における場合に限らない。リニアバルブ装置56については、複数の電磁開閉弁を含むものとすることもできる。また、リニアバルブ装置56を前輪側と後輪側とに別個に設けることもでき、その場合には、前輪10、12の少なくとも一方においてアンチロック制御が行われた場合に、後輪60、62の液圧制動トルクが急増させられることが回避される。さらに、電動モータ28が、前輪10、12に共通に設けられていたが、別個に設けることもできる。前輪10、12にドラムブレーキが設けられていれば、そのドラムの内部に電動モータ（インホイールモータ）を設けることができ、その場合には、設置スペースを小さくし得る。また、後輪駆動車、四輪駆動車に適用することも可能であり、電気自動車に設けることも可能である。

【0044】以下、車両用制動装置が電気自動車に搭載された場合について説明する。回生制動装置を図5に示す回生制動装置298とし、液圧制動装置を図6に示す液圧制動装置300とする。図5において、回生制動装置298は、回生制動装置14とほぼ同じものであるが、本実施形態における場合には、電動モータ制御装置42によって、その状態における最大の回生制動トルクが出力されるように電力変換装置40が制御される。そ

のため、蓄電装置36の充電状態を検出する充電容量検出装置262が電動モータ制御装置42に接続されることになる。また、目標総制動トルクを取得するために、液圧センサ226も接続される。なお、液圧センサ226を接続する代わりに、目標総制動トルクを表す情報が液圧制動装置300から供給されるようにすることもできる。

【0045】図6において、液圧制動装置30と液圧制動装置300とで同じ部分には、同じ符号を付して説明を省略する。液圧制動装置300においては、液圧制動装置30に設けられていたリニアバルブ装置56の代わりに液圧制御装置302、304が、前輪側および後輪側各々に設けられている。また、前輪10、12のホイールシリンダ32、34に加圧室74の液圧を伝達することにより、前輪10、12の液圧制動トルクを増加させる前輪増圧装置306が設けられている。さらに、電磁開閉弁90、92、108の代わりに方向切換弁308、310が設けられている。方向切換弁308、310は、常には、図示するホイールシリンダ32、34を液圧制御装置302に連通させて、加圧室74から遮断する位置にあるが、アンチロック制御が開始されると、ホイールシリンダ32、34を加圧室74に連通させて、液圧制御装置302から遮断する位置に切り換えられる。アンチロック制御時には、すべての車輪10、12、60、62の液圧制動トルク（ホイールシリンダ液圧）が、加圧室74の作動液を利用して制御される。加圧室74には、定液圧源70が接続されているため、アクキュムレータ86の液圧が利用されることになるのである。

【0046】液圧制御装置302は、加圧室72とホイールシリンダ32、34との間に設けられたものであり、電磁開閉弁320、322、プロポーショニングバルブ324、リリーフ弁326、328、液圧センサ330を含むものである。2つの電磁開閉弁320、322およびプロポーショニングバルブ324、開弁圧が高い方のリリーフ弁326が並列に設けられており、電磁開閉弁322および開弁圧が低い方のリリーフ弁328が直列に設けられている。

【0047】電磁開閉弁320が連通状態にある場合には、マスタシリンダ68の加圧室72の作動液は、電磁開閉弁320を経てそのままホイールシリンダ32、34に供給される。ホイールシリンダ液圧は、図7の実線aに沿って、マスタシリンダ液圧の増加に伴って増加させられる。電磁開閉弁320が遮断状態にある場合には、加圧室72の作動液は、プロポーショニングバルブ324を経てホイールシリンダ32、34に供給される。ホイールシリンダ液圧は破線bに沿って増加させられる。プロポーショニングバルブ324によりマスタシリンダ68の液圧が減圧されてホイールシリンダ32、34に伝達されることになるが、液圧制御装置302の

マスタシリンダ側とホイールシリンダ側との差圧が大きくなり、リリーフ弁328の開弁圧PLに達すると、リリーフ弁328が開かれる。マスタシリンダ68の作動液は、リリーフ弁328および電磁開閉弁322を経てホイールシリンダに供給されることになり、ホイールシリンダ液圧は、一点鎖線cに沿って増加させられることになる。電磁開閉弁320に加えて、電磁開閉弁322も遮断状態にある場合には、ホイールシリンダ液圧は破線bに沿って増圧させられ、マスタシリンダ側とホイールシリンダ側との差圧が高い方の開弁圧PHになると、リリーフ弁326が開かれ、リリーフ弁326を経て作動液が供給されることになる。ホイールシリンダ液圧は二点鎖線dに沿って増加させられる。

【0048】 液圧制御装置302において電磁開閉弁320、322の開閉を制御すれば、ホイールシリンダ32、34の液圧を制御することができる。しかし、本実施形態においては、電磁開閉弁322が遮断状態に保たれているため、ホイールシリンダ32、34の液圧は、実線a、または、破線bおよび二点鎖線dに沿って変化させられることになる。電磁開閉弁320が連通状態にある場合には、実線aに沿って変化させられ、遮断状態にある場合には、破線bおよび二点鎖線dに沿って変化させられる。電磁開閉弁320は、回生制動トルクが加えられていない場合は連通状態にされ、回生制動トルクが加えられている場合には遮断状態にされるのであり、回生制動協調制御プログラムの実行に従って制御されるのである。

【0049】 液圧制御装置304は、液圧制御装置302と同様なものであり、液圧制御装置302の電磁開閉弁320、プロポーショニングバルブ324、リリーフ弁326に対応するものが含まれるが、電磁開閉弁322およびリリーフ弁328に対応するものは含まれない。後輪側のホイールシリンダ64、66は、実線a、または、破線bおよび二点鎖線dに沿って変化させられることになるが、本実施形態においては、電磁開閉弁320が連通状態に保たれるため、後輪側のホイールシリンダ64、66の液圧は、実線aに沿って変化させられることになる。

【0050】 前輪増圧装置306は、電磁開閉弁340、分離シリンダ342、逆止弁344を含むものであり、分離シリンダ342の一方の液圧室346には、加圧室74が接続され、他方の液圧室348には、液圧制御装置302および前輪側のホイールシリンダ32、34が接続されている。分離シリンダ342には分離ピストン350が摺動可能に設けられ、分離ピストン350の外周部の軸方向に隔たった位置には2つのシール部材としてのOリング352、354が配設されている。これらにより、分離シリンダ342と分離ピストン350との間が液密に保たれる。また、2つのOリング352、354の間が、液通路356を介してマスタリザー

バ84に接続されており、後述するが、これにより、2つのOリング352、354の損傷(破壊)を検出することができる。

【0051】 電磁開閉弁340が遮断状態にある場合には、液圧制御装置302によって制御された作動液が、液圧室348を経てホイールシリンダ32、34にそのまま供給される。電磁開閉弁340が連通状態に切り換えられると、加圧室74の液圧が液圧室346に伝達され、その液圧が、分離ピストン350を介して液圧室348に伝達される。液圧室348の容積が減少させられ、ホイールシリンダ32、34の液圧が増加させられる。図7に示すように、ホイールシリンダ32、34の液圧は、マスタシリンダ液圧との関係で決められているため、ホイールシリンダ32、34の液圧だけを大きくすることはできない。しかし、前輪10、12の液圧制動トルクを大きくする必要がある場合があり、その場合に、加圧室74の液圧を利用してホイールシリンダ32、34の液圧を増加させるのである。

【0052】 図9で表されるフローチャートにおいて、S51、52において、回生制御許可状態にあるか否か、前輪の制動トルクを増加させる必要があるか否かが判定される。後述するが、回生制動装置298における実回生制動トルクの制御を許可するか否かを判定するのである。通常は、許可状態にあるが、アンチロック制御が駆動輪(前輪)について行われる場合等、回生制動トルクを0にする場合等には、禁止される。また、回生制御許可状態にあって、前輪の制動トルクを増加させる必要がある場合の一例としては、前輪に加わる回生制動トルクが小さくなり、総制動トルク不足が生じた場合がある。

【0053】 回生制御許可状態にあり、かつ、増加させる必要がある場合には、S53において、電磁開閉弁340が連通状態に切り換えられる。上述のように、後輪側の加圧室74の作動液が分離ピストン342の液圧室346に供給され、前輪のホイールシリンダ32、34の液圧が増加させられる。電磁開閉弁340を連通状態に切り換える制御を動圧導入制御と称することもできる。

S54において、ホイールシリンダ液圧がマスタシリンダ液圧とほぼ同じになったか否かが判定され、同じになれば、S55において、電磁開閉弁340が遮断状態に切り換えられ、前輪側の液圧制御装置302の電磁開閉弁320が連通状態に切り換えられる。以降、ホイールシリンダ液圧はほぼマスタシリンダ液圧と同じ液圧に保たれる。マスタシリンダの液圧は液圧センサ226によって検出され、ホイールシリンダの液圧は、液圧センサ330によって検出される。図7に示すように、P点において電磁開閉弁340が連通状態に切り換えられれば、ホイールシリンダ32、34の液圧は上昇させられる。電磁開閉弁340は、ホイールシリンダ液圧がマスタシリンダ液圧に達するまで(Q点)連通状態に保た

10

20

30

40

50

れ、マスタシリンダ液圧に達した場合に遮断状態に切り換えられる。その後、ブレーキペダル76が踏み込まれれば（踏力が増加させられれば）、ホイールシリンダ32, 34の液圧は一定に保たれたまま、R点に移行し、さらに、踏み込まれれば、2点鎖線dに沿って変化させられることになる。

【0054】なお、電磁開閉弁340を、ホイールシリンダ液圧がマスタシリンダ液圧に達するまで連通状態に保ことは不可欠ではなく、決められた液圧に達した場合に、遮断状態に切り換えられるようにしてもよい。例えば、Q'点に達した場合に、遮断状態に切り換えられれば、その液圧となる。その後、ブレーキペダル76が踏み込まれればR'点に移行し、さらに、踏み込まれれば、破線bに沿って変化させられることになる。

【0055】上述のような制御により、前輪の制動トルクが増加させられるのであるが、2つのリング352, 354の間をマスタリザーバ84に接続させることにより、リング352, 354の損傷を検出することが可能となる。ホイールシリンダ側のリング352に損傷が生じた場合には、液通路80の作動液がリング352, 液通路356を経てマスタリザーバ84に流出させられる。ホイールシリンダ32, 34の液圧が増圧しなくなり、そのことを運転者が感知することができる。この場合には、後輪側のブレーキ系統には、異常は生じていないため、後輪側のブレーキは正常に作動する。

【0056】マスタシリンダ側のリング354に損傷が生じた場合には、S53において、電磁開閉弁340が連通状態に切り換えられても、液圧室346の作動液が、リング354, 液通路356を経てマスタリザーバ84に流出させられてしまうため、ホイールシリンダ32, 34の液圧が増圧しなくなる。電磁開閉弁340を連通状態に切り換えて設定時間以上経過しても、ホイールシリンダ液圧がマスタシリンダ液圧とほぼ同じ大きさにならないため、S56における判定がYESとなり、電磁開閉弁340が遮断状態に切り換えられ、電磁開閉弁320が連通状態に切り換えられる。ホイールシリンダ32, 34に加圧室72の作動液が流入させられることになるため、ブレーキペダル76の入り込みが生じる。そのため、前輪増圧装置306に異常が生じたことを運転者は感知し得る。このように、本実施形態においては、リング352, 354間が低圧源に接続されているため、リング352, 354に損傷が生じたこと、すなわち、前輪増圧装置306に異常が生じたことを運転者が感知することができる。運転者がそのことを感知できれば、安全性を向上させることができる。

【0057】なお、逆止弁344は、マスタシリンダ68から分離ピストン342へ向かう方向の作動液の流れを阻止し、逆向きの流れを許容するものであり、ブレーキペダル76の踏込みが緩められた場合に、液圧室34

6の作動液をマスタシリンダ68に早急に戻すために設けられたものである。

【0058】液圧制動トルク制御装置360は、総制動トルク制御装置46と同様に、コンピュータを主体とするものであり、ROMには、回生制動協調制御プログラム、図8のフローチャートで表される液圧制動トルク制御プログラム、通常時アンチロック制御プログラム、移行時アンチロック制御プログラム、図9のフローチャートで表される前輪増圧装置制御プログラム等を含む種々のプログラム、テーブル等が記憶されている。液圧制動トルク制御装置360と電動モータ制御装置42との間においては、情報の通信が行われるが、本実施形態においては、液圧制動トルク制御装置360から電動モータ制御装置42へ、目標回生制動トルクを表す情報は供給されず、電動モータ制御装置42によって回生制動トルクの制御を行うことを禁止する回生制御禁止情報や、禁止状態が解除されて回生制動トルクの制御を許可する回生制御許可情報が供給される。また、電動モータ制御装置42から液圧制動トルク制御装置360へは、実回生制動トルクを表す情報が供給されるが、その情報は、実回生制動トルクが設定値以上か設定値より小さいかのいずれかを表す情報であり、ON/OFF信号である。実回生制動トルクが設定値以上の場合にはON信号が供給され、設定値より小さい場合にはOFF信号が供給される。

【0059】以上のように構成された車両用制動装置における作動について説明する。ブレーキペダル76が踏み込まれると、加圧室72, 74にはほぼ同じ高さの液圧が発生させられる。各電磁開閉弁、方向切換弁308, 310は図示する状態にある。回生制動トルクが0の場合には、液圧制御装置302においては、電磁開閉弁320が連通状態に、電磁開閉弁322が遮断状態に保たれる。加圧室72の液圧は、液圧制御装置302を経てそのままホイールシリンダ32, 34に供給され、加圧室74の液圧は液圧制御装置304を経てそのままホイールシリンダ64, 66に供給される。

【0060】電動モータ制御装置42から供給される実回生制動トルクの大きさを表す信号がON信号である場合には、電磁開閉弁320が遮断状態に切り換えられる。前輪側のホイールシリンダ32, 34には、マスタシリンダ68の液圧が液圧制御装置302において減圧させられて伝達される。回生制動トルクが加えられる分だけ液圧制動トルクが小さくされるのである。後輪に加えられる液圧制動トルクは、前輪に加えられる回生制動トルクの有無には関係がなく、液圧制御装置304における電磁開閉弁320は、連通状態に保たれる。

【0061】各車輪10, 12, 60, 62の少なくとも1つの車輪の総制動トルクが路面の摩擦係数に対して大きくなると、アンチロック制御が開始される。各輪に加わる液圧制動トルクが制動スリップ状態がほぼ適性状

10

20

30

40

50

態に保たれるように制御される。前輪10、12の少なくとも一方が制御対象輪である場合には、それに対応する方向切換弁308、310が切り換えられ、ホイールシリンダ32、34に加圧室74が連通させられる。後述する回生制御禁止条件が満たされれば、回生制御禁止情報が供給され、回生制動トルクが0にされるとともに、前輪に移行時アンチロック制御が行われる。ここで、回生制動トルクが0にされても、後輪側について設けられた液圧制御装置304が制御されることはないため、後輪側の液圧制動トルク（総制動トルク）が急増させられることはない。そのため、上記実施形態においては行われていた移行時後輪液圧制動トルク増加勾配抑制制御は行われない。後輪60、62の少なくとも一方に前輪10、12より先にアンチロック制御が開始された場合には、後輪側のホイールシリンダ64、66の液圧は、通常時アンチロック制御手段によって制御される。後輪が先に制御対象輪とされた場合には、回生制動トルクが0にされないため、液圧制御装置302が制御されることもなく、前輪10、12の液圧制動トルクが急増させられることがない。そのため、移行時前輪液圧制動トルク増加勾配抑制制御も行われない。なお、方向切換弁308、310も原位置に保たれる。

【0062】このように、上記実施形態における場合と同様に、移行時アンチロック制御は、駆動輪である前輪について行われるのであり、後輪については行われない。また、前輪側と後輪側とで、液圧制御装置302、304が別個に設けられているため、移行時前輪液圧制動トルク増加勾配抑制制御も、移行時後輪液圧制動トルク増加勾配抑制制御も不要なのである。

【0063】通常時アンチロック制御は、開始条件が満たされると開始され、終了条件が満たされると終了させられる。通常時アンチロック制御における開始条件、終了条件は、上記実施形態における場合と同様である。また、減圧モード、保持モード、増圧モードの制御モードの選択についても、上記実施形態における場合と同様に行われる。減圧モードが選択された場合には、減圧時間が、推定車体速度、車輪減速度、路面の状態等に基づいて決定される。推定車体速度が小さい場合には大きい場合より減圧時間が長くされ、車輪減速度が大きい場合は小さい場合より長くされる。また、悪路の程度が大きいと短くされ、路面の摩擦係数が小さいと長くされる。

【0064】増圧モードには、上記実施形態における場合と同様に、増圧時間制御モード、パルス増モード、ディザ増モードが含まれる。増圧時間制御モードが選択された場合には、増圧時間が、車輪加速度回復ピーク、総減圧時間、路面の状態、アキュムレータ86の液圧、車輪速度等に基づいて決定される。ここで、車輪加速度回復ピークは、減圧モードから増圧モードが選択されるまでの間の車輪加速度の最大値である。車輪加速度回復ピークが大きい場合には小さい場合より増圧時間が長くさ

れ、総減圧時間が長い場合は短い場合より長くされる。路面の摩擦係数が大きい場合は小さい場合より長くされ、悪路の場合も長くされる。また、アキュムレータ86の液圧が設定圧以下の場合（定液圧源70が異常である場合）には短くされる。アキュムレータ86の液圧が設定圧以下であることは、圧力スイッチ88の出力信号に基づいて検出される。さらに、車輪速度がハンチング状態にあると推定された場合には短くされるが、ハンチングの程度が大きい場合は0とされることもある。ハンチングを抑制するためである。上記実施形態における場合と同様に、増圧時間制御においては、増圧時間および保持時間の和であるサイクル時間が予め定められているため、増圧時間が決まれば、保持時間も決まることになり、それに基づいて増圧させられることになる。

【0065】ハンチング状態であることは、アンチロック制御状態に基づいて推定される。減圧制御および増圧制御が行われ、2回目のパルス増モードが選択された場合において、パルス数が設定数より小さいこと、すなわち、設定数のパルスが発せられた後に他のモードに切り換えられてしまったこと等の条件が満たされた場合には、ハンチングが生じたと推定され、ハンチング抑制制御が行われる。増圧時間が短くされるのである。また、パルス増モードが設定された場合のパルス数が設定数以上であったこと、アンチロック制御が行われていないこと、移行時アンチロック制御中であること、段差通過中であること、極悪路走行中であること等のうちのいずれか1つの条件が満たされれば、ハンチング状態でない（ハンチング抑制制御を行う必要がない状態）と推定される。移行時アンチロック制御が行われている場合には、ハンチング抑制制御は行われないのである。このように、ハンチング状態か否かの判定は、ハンチング抑制制御が必要か否かの判定に対応し、ハンチング抑制制御は、通常時アンチロック制御中に行われることになる。

【0066】パルス増モードが選択された場合には、増圧時間および保持時間が、スリップ率、車輪加速度、路面の状態、アキュムレータ86の液圧等に基づいて決定される。ここで、スリップ率は、車両の旋回状態を考慮して求められた値である。スリップ率が大きい場合は小さい場合より増圧時間の保持時間に対する増圧比率が小さくされ、車輪加速度が大きい場合は小さい場合より増圧比率が大きくなる。また、路面の摩擦係数が大きい場合は小さい場合より大きくされ、段差がある場合も大きくされる。また、アキュムレータ86の液圧が低い場合は、増圧比率が小さくされる。

【0067】前記移行時アンチロック制御には、回生補償減圧制御と回生補償増圧制御とが含まれる。減圧モードが選択された場合において、回生補償減圧制御許可状態にある場合には、回生補償減圧制御が行われ、回生補償減圧制御禁止状態にある場合には、通常時アンチロック制御における減圧制御が行われる。同様に、増圧モー

10

20

30

40

50

ドが選択された場合において、回生補償増圧制御許可状態にある場合には、回生補償増圧制御が行われ、回生補償増圧制御禁止状態にある場合には、通常時アンチロック制御における増圧制御が行われる。また、回生制動装置298における回生制動トルク制御を禁止する禁止状態にあるか否かが判定される。回生制御禁止条件が満たされれば回生制御禁止情報が供給され、回生制動トルクが0にされる。本実施形態においては、回生制御禁止条件が満たされた場合に、移行時アンチロック制御が行われるため、回生制御禁止条件を移行時アンチロック制御開始条件と考えることもできる。

【0068】回生制御禁止条件は、アキュムレータ86の液圧が設定液圧以下でなく（定液圧源20が正常であり）、ブレーキペダル76の操作速度が比較的遅い場合において前輪10, 12の少なくとも一方においてアンチロック制御開始条件が満たされた場合に、満たされる。換言すれば、非駆動輪としての後輪60, 62の少なくとも一方についてアンチロック制御開始条件が満たされても、回生制御禁止条件が満たされないのであり、移行時アンチロック制御が行われないのである。また、回生制御禁止状態にあって、かつ、アンチロック制御終了条件が満たされた場合、アキュムレータ86の液圧が設定液圧より小さくなった場合、液圧制動トルク制御装置360に異常が生じた場合には、回生制動トルクの制御が許可される。アンチロック制御が行われない場合に、回生制御が許可されれば、エネルギー効率を向上させることができる。この条件は、回生制御許可条件と称することもできる。回生制動装置298における回生制動トルクの制御は、常には、許可されているが、回生制御禁止条件が満たされると禁止されるのである。また、禁止状態にあって、回生制御許可条件が満たされれば、禁止状態が解除されて許可状態とされる。

【0069】回生補償減圧制御においては、減圧時間が、通常時の減圧モードが選択された場合より短くされる。減圧勾配が小さくされ、減圧量が小さくされる。移行時アンチロック制御が開始されてからの経過時間（移行時アンチロック制御実行時間）の増加に伴って減少せられる補正量だけ、短くされる。実回生制動トルクは、回生制御が禁止されても、直ちに0になるわけではなく、0になるまでに時間を要する。すなわち、回生制動トルクは、移行時アンチロック制御の経過時間の増加に伴って小さくなるのであり、回生制動トルクの影響も小さくなる。そのため、補正量が経過時間の増加に伴って小さくされ、通常時アンチロック制御に近づけられる。また、減圧時間は、ディザ減モードや保持モードが選択されることによっても短くされる。車輪減速度がそれほど大きくない場合にはディザ減モードが選択されたり、保持モードが選択されたりする。

【0070】回生補償減圧制御（移行時アンチロック制御）は、通常は、許可状態にあるが、回生補償減圧制御

禁止条件が満たされた場合に禁止される。すなわち、(x) アンチロック制御開始条件が満たされたのが、電動モータ制御装置42からOFF信号が供給されてから設定時間以上経過した後であったこと、(y) 減圧モードから増圧モードに切り換えられたこと、(z) 回生制御禁止条件が満たされるか否かが判定される際に、電動モータ制御装置42から供給された情報がOFF信号であることの少なくとも1つの条件が満たされた場合に禁止されるのである。回生制動トルクが小さく、0とみなし得る場合には、回生補償減圧制御を行う必要がないからである。また、減圧モードから増圧モードに切り換えられた場合に禁止されるため、2回目以降に減圧モードが選択された場合は、禁止状態にあると判定され、回生補償減圧制御が行われないことになる。また、アンチロック制御が終了させられた場合に許可状態に戻される。上記実施形態においては、減圧モードが選択された場合には、減圧量を抑制する制御が行われなかったが、本実施形態においては、減圧モードが選択された際にも行われる。回生補償減圧制御は、初回に減圧モードが選択された場合のみに行われる。

【0071】回生補償増圧時間制御においては、増圧時間が通常時アンチロック制御における場合より長くされる。減圧モードが設定された場合における補正量と同様に、アンチロック制御が開始されてからの経過時間によって減少せられる補正量だけ長くされる。回生補償増圧時間制御は、常には、禁止されているが、(p) 路面の摩擦係数が小さくないこと、(q) 最初に増圧時間制御モードが選択されたこと、(r) 回生補償減圧制御が行われたことのすべての条件が満たされた場合に許可される。回生補償増圧時間制御も、初回の増圧時間制御モードが選択された場合のみに行われるのである。なお、上記条件が満たされ、かつ、追込み制動状態である場合には、増圧時間と保持時間との和である増圧制御時間も長くされる。

【0072】回生補償パルス増制御においては、増圧時間および保持時間が、テーブルに従って補正され、増圧比率が大きくなる。回生補償パルス増制御は、常には、許可されているが、(s) 回生補償増圧時間制御が行われたこと、(t) 路面の摩擦係数が低くないこと、(u) パルス増モードが選択されたのが最初であることのすべての条件が満たされない場合に禁止される。回生補償パルス増制御も1回しか行われないのである。なお、回生補償パルス増制御は、その車輪について前回減圧モードが選択された場合において回生補償減圧制御が行われた場合に許可されるようにしてもよい。回生補償減圧制御は、初回のみに行われたいため、回生補償パルス増制御も初回のみに行われたいことになる。

【0073】図8のフローチャートに従って簡単に説明する。S101～103において、アンチロック制御中か否か、回生制御禁止条件が満たされるか否か、アンチ

10

20

30

40

50

37

ロック制御開始条件が満たされるか否かがそれぞれ判定される。アンチロック制御開始条件より回生制御禁止条件の方が厳しいため、先に判定が行われるのである。回生制御禁止状態にあると判定された場合には、S104, 105において、回生制御禁止情報が電動モータ制御装置42に出力され、アンチロック制御中フラグがセットされる。アンチロック制御中である場合には、S106においてアンチロック制御終了条件と回生制御許可条件とのいずれか一方が満たされるか否かが判定される。いずれの条件も満たされない場合には、S107～109において、制御モードが選択され、その選択されたモードが、減圧モードか否か、増圧モードか否かが判定される。減圧モードである場合には、S110～112において、回生補償減圧制御禁止条件が満たされるか否かが判定される。満たされない場合には、回生補償減圧制御が行われ、満たされた場合には、通常時アンチロック制御における減圧制御が行われる。回生補償減圧制御は通常は許可する状態とされているため、禁止条件が満たされない限り行われることになる。

【0074】選択されたモードが増圧モードのうちの増圧時間制御モードである場合には、S113～115において、回生補償増圧時間制御許可条件が満たされるか否かが判定され、許可状態にある場合には、回生補償増圧時間制御が行われ、許可状態が満たされない場合には、通常の増圧時間制御が行われる。回生補償増圧時間制御は、通常は禁止されているため、許可条件が満たされない限り行われない。フローチャートにおける図示は省略したが、パルス増モードが選択された場合には、減圧モードが選択された場合と同様に、回生補償パルス増制御禁止条件が満たされるか否かが判定され、満たされない場合には、回生補償パルス増制御が行われ、満たされた場合には、通常のパルス増制御が行われる。選択されたモードが保持モードである場合には、S116において、保持制御が行われる。

【0075】前述のS106においてアンチロック制御終了条件と回生制御許可条件とのいずれか一方が満たされた場合には、S117～119において終了処理が行われる。アンチロック制御中フラグがリセットされ、方向切換弁308, 310が原位置に戻されるとともに、電動開閉弁が原位置に戻される。回生制御許可情報が電動モータ制御装置42に出力され、回生補償減圧制御許可状態、回生補償パルス増制御許可状態に戻される。

【0076】このように、本実施形態に係る車両用制動装置においては、移行時アンチロック制御において、減圧比率（減圧量）の減少と増圧比率の増加との両方が行われる。その結果、回生制動トルクを0にすることに起因する駆動輪の総制動トルクの低下を抑制し得、回生制

38

動トルクを0にすることの影響を軽減することができる。また、本実施形態においては、液圧制動トルク制御装置360の、S112, 114を実行する部分等によって両制動トルク付与時アンチロック制御手段が構成されることになる。なお、液圧制動装置30, 300の代わりに、電動モータの駆動によりパッドをロータに押し付ける電気制動装置としたり、圧電素子の変形を利用して押し付ける圧電制動装置等とすることもできる等、いちいち例示することはしないが、特許請求の範囲を逸脱することなく当業者の知識に基づいて種々の変形、改良を施した態様で本発明を実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態である車両用制動装置全体を表す概略図である。

【図2】上記車両用制動装置に含まれる液圧制動装置の回路図である。

【図3】上記液圧制動装置に含まれるリニアバルブ装置の一部断面図である。

【図4】上記液圧制動装置に含まれる総制動トルク制御装置のROMに格納された総制動トルク制御プログラムを表すフローチャートである。

【図5】本発明の別の一実施形態である車両用制動装置全体を表す概略図である。

【図6】上記車両用制動装置に含まれる液圧制動装置の回路図である。

【図7】上記液圧制動装置に含まれる液圧制御装置の制御状態を示す図である。

【図8】上記車両制動装置に含まれる液圧制動トルク制御装置のROMに格納された液圧制動トルク制御プログラムを表すフローチャートである。

【図9】上記液圧制動トルク制御装置のROMに格納された前輪増圧装置制御プログラムを表すフローチャートである。

【符号の説明】

14, 298 回生制動装置

28 電動モータ

30, 300 液圧制動装置

32, 34 ホイールシリンダ

40 電力変換装置

42 電動モータ制御装置

46 総制動トルク制御装置

56 リニアバルブ装置

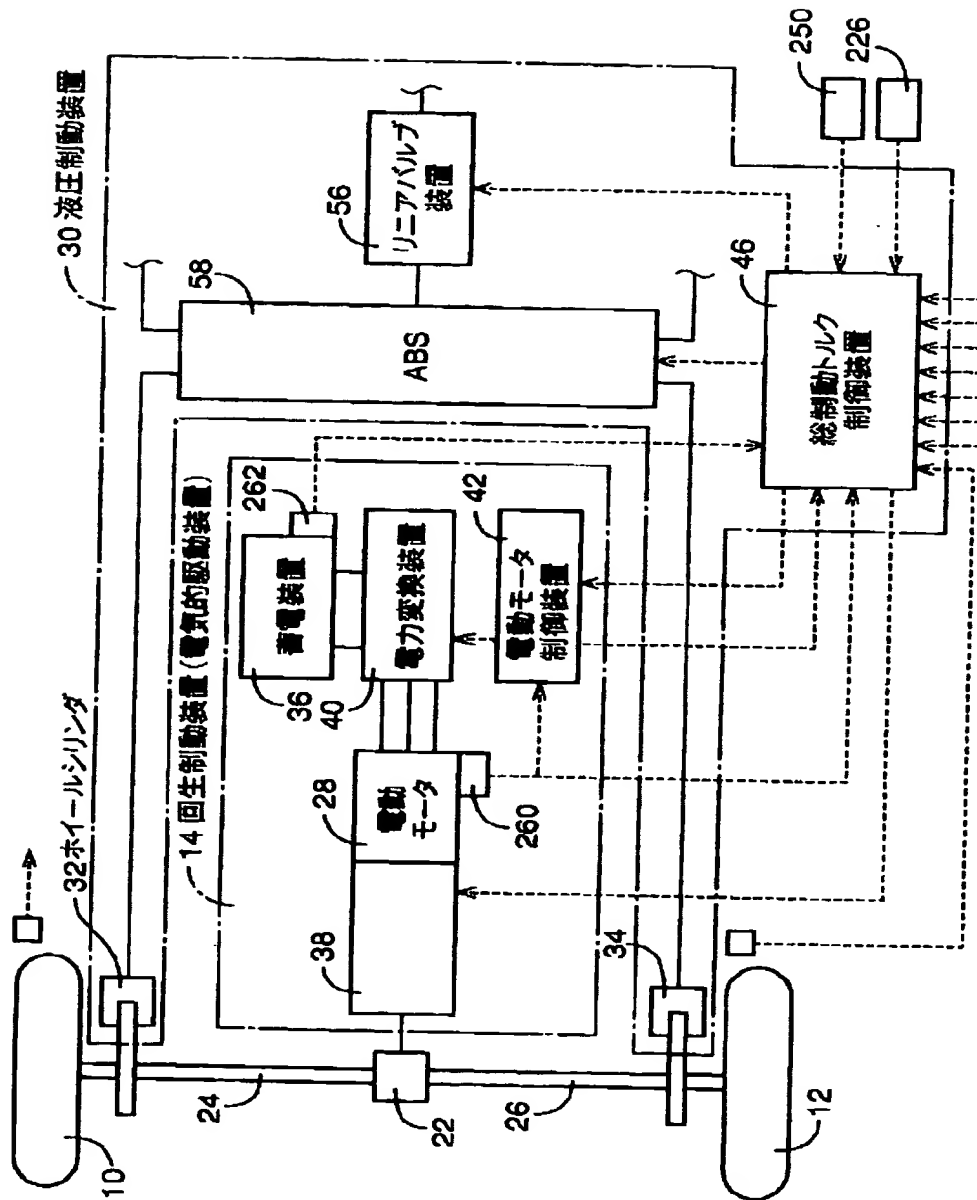
58 アンチロック制御装置

302, 304 液圧制御装置

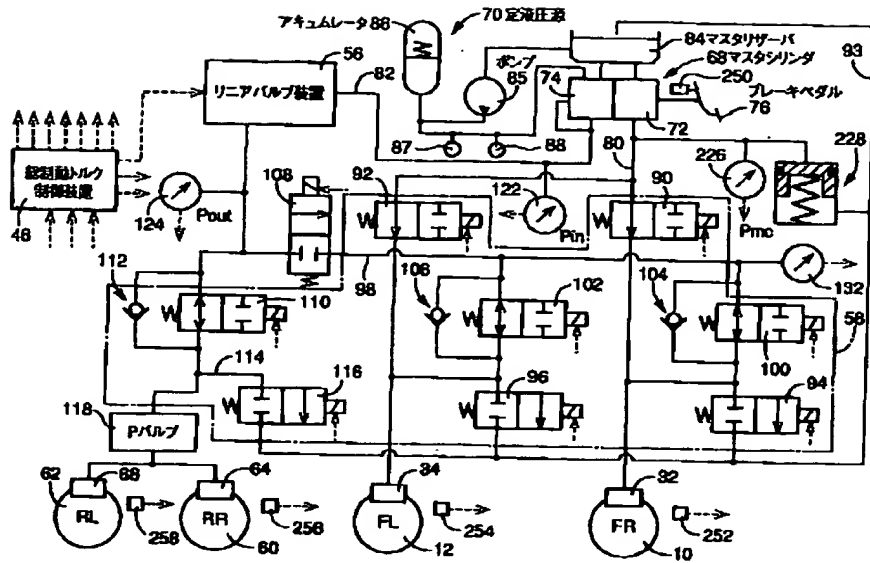
306 前輪増圧装置

360 液圧制動トルク制御装置

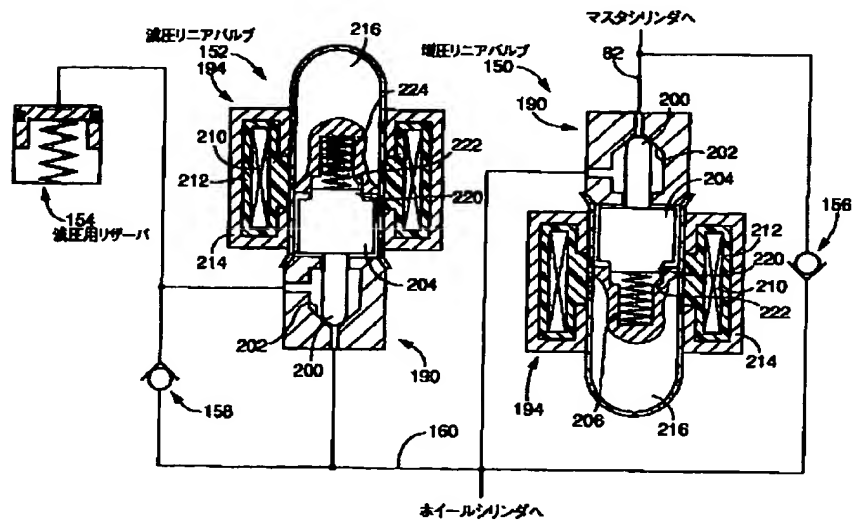
【図1】



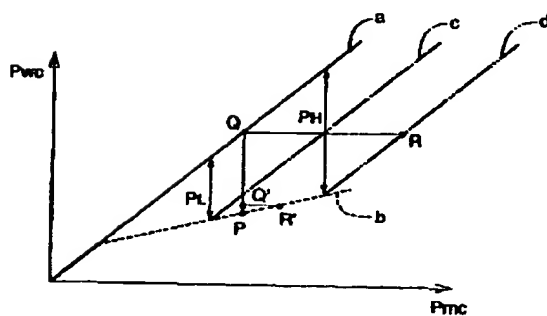
【図2】



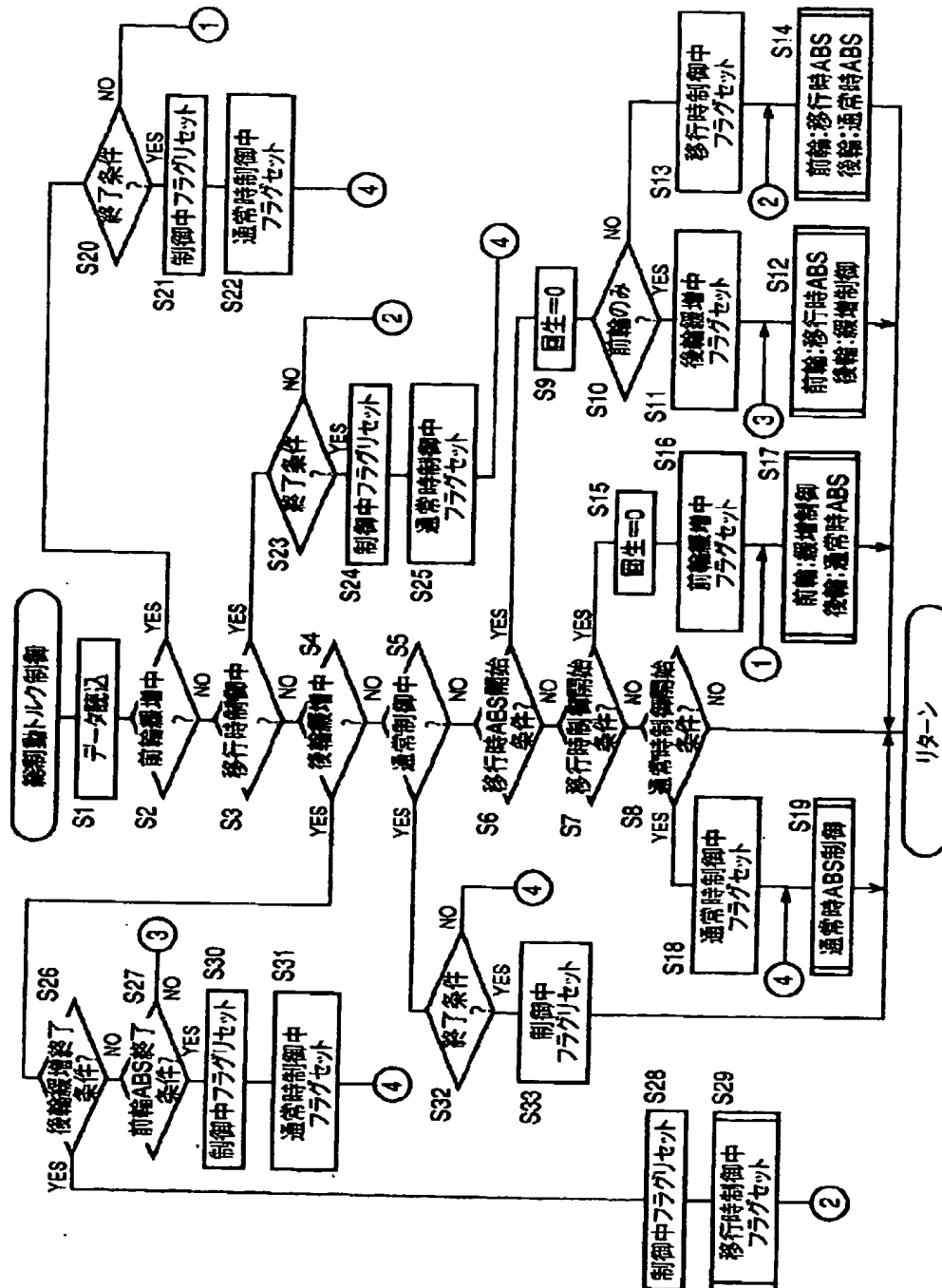
【図3】



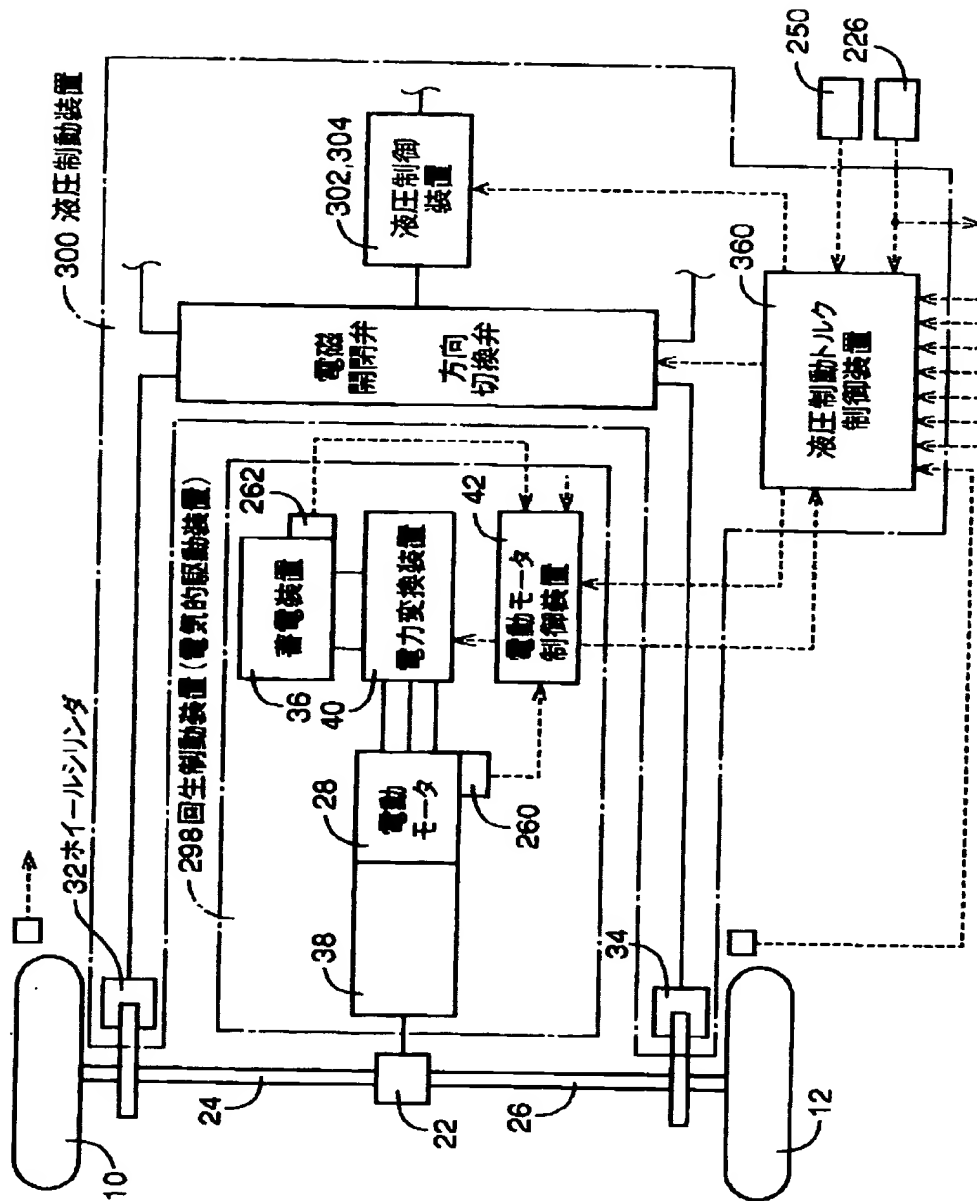
【図7】



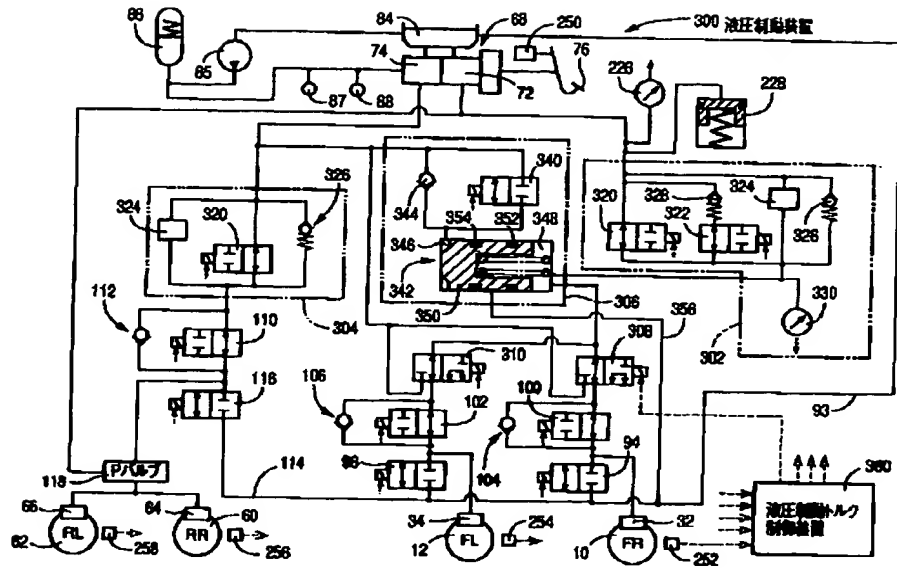
【図4】



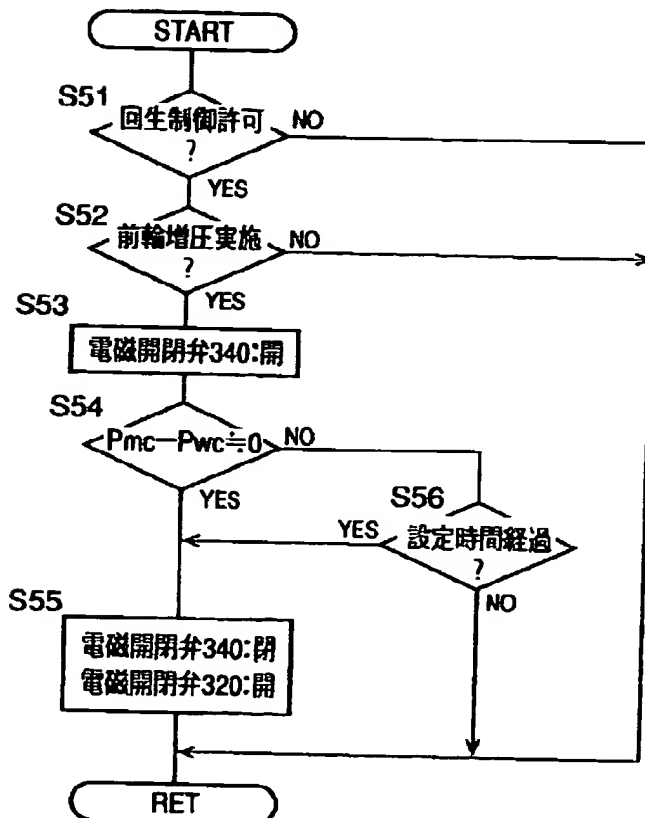
【图5】



【例6】



【图9】



```

graph TD
    S101{S101  
ABS制御中?} -- YES --> S106{S106  
ABS終了条件?}
    S101 -- NO --> S102{S102  
回生禁止?}
    S106 -- YES --> S117[制御中フラグリセット]
    S106 -- NO --> S107[制御モード決定]
    S102 -- YES --> S104[回生=0]
    S102 -- NO --> S103{S103  
ABS開始条件?}
    S104 --> S108{S108  
減圧?}
    S103 -- YES --> S108
    S103 -- NO --> S119[回生制御許可]
    S108 -- YES --> S110{S110  
回生補償減圧禁止?}
    S108 -- NO --> S119
    S110 -- YES --> S111[通常減圧]
    S110 -- NO --> S112[回生補償減圧]
    S111 --> S105[ABS制御中フラグセット]
    S112 --> S113{S113  
回生補償増圧許可?}
    S113 -- YES --> S114[回生補償増圧]
    S113 -- NO --> S115[通常増圧]
    S114 --> S115
    S115 --> S116[保持]
    S116 --> S117
    S117 --> S118[回生制御許可]
    S118 --> S119
    S119 --> RETURN[リターン]
    S105 --> RETURN
    S116 --> RETURN
    S115 --> RETURN
    S114 --> RETURN
    S113 --> RETURN
    S112 --> RETURN
    S111 --> RETURN
    S110 --> RETURN
    S108 --> RETURN
    S103 --> RETURN
    S102 --> RETURN
    S101 --> RETURN
  
```

(72)発明者 坂本 淳一
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

(72)発明者 浦馬場 真吾
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動
車株式会社内

(72)発明者 鈴木 良教
愛知県刈谷市朝日町 2 丁目 1 番地 アイシ
ン精機株式会社内

(72)発明者 酒井 俊行
愛知県刈谷市朝日町 2 丁目 1 番地 アイシ
ン精機株式会社内

(72)発明者 榎本 直泰
愛知県刈谷市朝日町 2 丁目 1 番地 アイシ
ン精機株式会社内